



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REACTOR - MOLINETA PARA EL CURTIDO
DE CUEROS CON PELO EN LA CURTIEMBRE CUEROS EL AL-CE”**

TESIS DE GRADO

Previa la Obtención del Título de:

INGENIERO QUÍMICO

CARLOS MARCELO CHAVARREA CENTENO

RUBÉN RUPERTO OROZCO MONTERO

RIOBAMBA - ECUADOR

2011

Agradecemos de todo corazón y con infinita gracia a nuestro padre Dios, por habernos dado la vida e iluminarnos y ser nuestra constante fuerza para conllevar los obstáculos que día a día se presentan en nuestra vida estudiantil y llegar a cumplir nuestro mayor sueño y anhelo.

También nuestro reconocimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Ciencias y a la Escuela de Ingeniería Química por habernos dado la oportunidad de optar por una carrera terminal, la cual nos permitirá seguir superándonos personal y profesionalmente.

De igual manera a todas y cada una de las personas que nos brindaron su amistad en el transcurso de nuestras vidas estudiantiles y en especial a lo largo de la presente investigación para realizarlo con ganas y concluirlo con alegría.

Por su ayuda, aporte y entrega, dejamos plasmado nuestro más sincero agradecimiento al Ing. Gonzalo Sánchez e Ing. José Usiña quienes colaboraron como asesores de este trabajo y en especial al Ing. Cesar Puente; Gerente de la Curtiembre "El Al-Ce" que gracias a su experiencia y conocimiento dieron paso firme a la conclusión del presente trabajo.

Yo Rubén Ruperto Orozco Montero, dedico la presente tesis a mi familia ejemplo inigualable de comprensión y sacrificio, ternura perdurable en especial a mis abnegados padres Rubén y Clarita que con su amor y sus sabios consejos logramos este sueño anhelado en el que siempre supieron extenderme su mano y caminar juntos en los retos de la vida.

A la razón de mi vida Julieth luz de mis ojos quien con su presencia supo llenar mis días de felicidad y fuerza para luchar cada día. T.A.J.

Yo Carlos Marcelo Chavarrea Centeno, dedico la presente tesis a Dios por ser mi apoyo en los momentos difíciles, la fuerza para lograr mis objetivos.

A mi familia en especial a mi madre Mariana por el apoyo incondicional.

A todos mis amigos que compartieron momentos de felicidad, aciertos, desaciertos y siempre estuvieron para darme su apoyo.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dra. Yolanda Díaz
DECANA FAC.CIENCIAS

.....

Ing. Mario Villacrés
DIRECTOR ESC. ING. QUÍMICA

.....

Ing. Gonzalo Sánchez
DIRECTOR DE TESIS

.....

Ing. José Usiña
ASESOR DE TESIS

.....

Tec. Carlos Rodríguez
DIR.CENTRO DOCUMENTACIÓN

.....

Nosotros, RUBÉN RUPERTO OROZCO
MONTERO y CARLOS MARCELO
CHAVARREA CENTENO, somos
responsables de las ideas, doctrinas y
resultados expuestos en esta Tesis, y el
patrimonio intelectual de la Tesis de
Grado pertenece a la Escuela Superior
Politécnica de Chimborazo

CONTENIDO

| | |
|---------------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN | 15 |
| ANTECEDENTES | 19 |
| JUSTIFICACIÓN | 21 |
| OBJETIVOS | 22 |
| OBJETIVO GENERAL: | 22 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS: | 22 |
| 1. MARCO TEÓRICO. | 24 |
| 1.1. CURTIEMBRE | 24 |
| 1.1.1 GENERALIDADES | 24 |
| 1.1.2 CURTIDO DEL CUERO | 24 |
| 1.1.3 TIPOS DE CURTIDO DE CUERO..... | 24 |
| 1.1.4 CURTIDO AL CROMO | 24 |
| 1.1.5 CURTIDO BLANCO AL ALUMBRE | 25 |
| 1.1.6 SUSTANCIAS CURTIENTES..... | 26 |
| 1.2. LA PIEL | 26 |
| 1.2.1 ANATOMÍA DE LA PIEL | 27 |
| 1.2.1.1 EPIDERMIS | 27 |
| 1.2.1.2 DERMIS | 27 |
| 1.2.1.3. ENDODERMIS..... | 28 |
| 1.2.1.4. CRUPÓN | 29 |
| 1.2.1.5. CUELLO..... | 29 |
| 1.2.1.6. FALDAS | 29 |
| 1.2.2. PIELES OVINAS | 30 |

| | |
|--|----|
| 1.3. LANA OVINA | 31 |
| 1.3.1. EL FOLÍCULO..... | 31 |
| 1.3.2 ESTRUCTURA DEL FOLÍCULO..... | 32 |
| 1.3.3. ESTRUCTURAS ACCESORIAS DEL FOLÍCULO | 33 |
| 1.3.4. ESTRUCTURA DE LA FIBRA DE LANA | 33 |
| 1.3.5. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA LANA | 34 |
| 1.3.5.1. DIÁMETRO | 34 |
| 1.3.5.2. LARGO | 35 |
| 1.3.5.3. RESISTENCIA | 35 |
| 1.3.5.4. COLOR | 35 |
| 1.3.6. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA LANA..... | 35 |
| 1.3.6.1. ESTIRAMIENTO | 36 |
| 1.3.6.2. ELASTICIDAD..... | 36 |
| 1.3.6.3. HIGROSCOPICIDAD | 36 |
| 1.3.6.4. FLEXIBILIDAD | 36 |
| 1.3.7. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA LANA | 37 |
| 1.3.7.1. EFECTO DE LOS ÁLCALIS Y ÁCIDOS..... | 37 |
| 1.3.7.2. EFECTO DE LOS SOLVENTES ORGÁNICOS | 37 |
| 1.4. DEFINICIÓN DE REACTOR QUÍMICO..... | 37 |
| 1.4.1. REACTORES DE FLUJO PISTÓN CON RECIRCULACIÓN SIN DISPOSITIVO SEPARADOR..... | 37 |

| | |
|---|----|
| 1.4.2. REACTORES DE RECIRCULACIÓN. | 38 |
| 1.4.3. DISEÑO DE REACTORES | 38 |
| 1.4.4. PROCESO CONTINUO. | 38 |
| 1.4.5. TIPOS DE REACTORES | 39 |
| 1.5. TIPOS DE EQUIPOS DE CURTICIÓN..... | 40 |
| 1.5.1. MOLINETAS. | 40 |
| 1.5.2. BOMBOS. | 40 |
| 1.5.3. RECIRCULACIÓN. | 40 |
| 2. PARTE EXPERIMENTAL..... | 42 |
| 2.1. MÉTODOS. | 42 |
| 2.1.1. DEDUCTIVO..... | 42 |
| 2.1.2. INDUCTIVO | 42 |
| 2.1.3. TÉCNICA. | 43 |
| 2.1.3.1. PRODUCTOS NECESARIOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO..... | 43 |
| 2.1.3.2. PROCEDIMIENTO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CON PELO. | 43 |
| 2.1.3.2.1. REMOJO..... | 43 |
| 2.1.3.2.2. DESCARNADO..... | 44 |
| 2.1.3.2.3. PIQUELADO | 45 |
| 2.1.3.2.4. CURTIDO..... | 45 |
| 2.1.3.2.5. ENGRASE | 46 |

| | |
|---|----|
| 2.1.3.2.6. BLANQUEADO DE LA FIBRA | 46 |
| 2.1.3.2.7. ESCURRIDO Y SECADO DE LA FIBRA | 46 |
| 2.1.3.2.8. LIJADO Y PEINADO DE LA FIBRA | 47 |
| 2.2. METODOLOGIA DE EVALUACIÓN | 47 |
| 2.2.1. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS | 47 |
| 2.2.2. ANÁLISIS DE LABORATORIO | 48 |
| 2.2.2.1. ABSORCIÓN DE CROMO POR PIEL INICIAL PROCESADA | 48 |
| 3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REACTOR – MOLINETA PARA EL CURTIDO DE CUEROS CON PELO. | 51 |
| 3.1. CONSTRUCCIÓN DE UN REACTOR PILOTO | 51 |
| 3.2. VOLUMEN DEL CUERO | 52 |
| 3.3. DENSIDAD DEL CUERO | 53 |
| 3.4. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL REACTOR PARA CURTICIÓN .. | 54 |
| 3.5. DIMENSIONAMIENTO DE LA BOMBA..... | 54 |
| 3.5.1. ECUACIÓN DE BERNOULLI | 54 |
| 3.5.2 CÁLCULO DEL CAUDAL..... | 55 |
| 3.5.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DEL FLUIDO | 56 |
| 3.5.4. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD | 56 |
| 3.5.5. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ACCESORIOS..... | 56 |
| 3.5.6. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR FRICCIÓN | 57 |
| 3.5.6.1. CÁLCULO DEL NÚMERO DE REYNOLDS..... | 57 |
| 3.5.6.2. CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD RELATIVA..... | 57 |

| | |
|---|----|
| 3.5.6.3. CÁLCULO DEL FACTOR DE FRICCIÓN | 57 |
| 3.5.7. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA. | 58 |
| 3.5.7.1. CÁLCULO DEL FLUJO MÁSSICO..... | 58 |
| 3.6. BALANCE DE MASA..... | 58 |
| 3.6.1. BALANCE DE CROMO EN EL PROCESO DE CURTICIÓN..... | 58 |
| 3.7 DIMENSIONAMIENTO DEL REACTOR..... | 59 |
| 3.8 MANUAL DE OPERACIÓN | 60 |
| 3.8.1 ARRANQUE DE PLANTA..... | 60 |
| 3.8.1.1 ARRANQUE DEL REACTOR | 61 |
| 3.9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 61 |
| 3.9.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LABORATORIO | 61 |
| 3.9.1.1 PRIMER ENSAYO DE CURTICIÓN EN EL REACTOR..... | 62 |
| 3.9.2. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS. | 64 |
| 3.10. REQUERIMIENTOS PRESUPUESTARIOS..... | 68 |
| 3.10.1 RECURSOS HUMANOS | 68 |
| 3.10.2 RECURSOS MATERIALES | 69 |
| 3.10.3 RECURSOS TOTALES | 70 |
| 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 72 |
| 4.1. CONCLUSIONES | 72 |
| 4.2. RECOMENDACIONES..... | 74 |
| BIBLIOGRAFIA | 82 |
| ANEXOS. | |

INDICE FIGURA

| FIGURA | Pp. |
|--|-----|
| 1.2.1.4-1 Esquema de las zonas de una piel fresca..... | 28 |
| 3.6.1-1 Balance de masa en el proceso de curtición..... | 57 |
| 3.9.1.1-1 Cuadro comparativo de los resultados respecto al límite en el primer ensayo de curtición..... | 61 |
| 3.9.1.2-1 Cuadro comparativo de los resultados respecto al límite en el segundo ensayo de curtición..... | 62 |
| 3.9.2.1-1 Cuadro comparativo de análisis organolépticos en el primer ensayo de curtición..... | 63 |
| 3.9.1.2-1 Cuadro comparativo de análisis organolépticos en el segundo ensayo de curtición..... | 64 |

INDICE TABLAS

| TABLAS | Pp. |
|--|------------|
| 3.5.2-1 Cálculo del caudal..... | 53 |
| 3.3.5-1. Accesorios utilizados..... | 54 |
| 3.7-1. Dimensionamiento del reactor..... | 58 |
| 3.9.1-1 Análisis de absorción de cromo en el laboratorio..... | 60 |
| 3.9.1.1-1 Análisis de laboratorio del primer ensayo de curtición..... | 61 |
| 3.9.1.2-1 Análisis de laboratorio del segundo ensayo de curtición..... | 62 |
| 3.9.2.-1 Análisis organoléptico del primer ensayo de curtición..... | 63 |
| 3.9.2.1-2 Análisis organoléptico del segundo ensayo de curtición..... | 64 |
| 3.10.1-1 Recursos humanos..... | 66 |
| 3.10.2-1 Recursos materiales..... | 66 |
| 3.10.3-1 Recursos totales..... | 67 |

INDICE FOTOS

| FOTOS | Pp. |
|---|------------|
| 2.1.3.2.1-1 Remojo y lavado de pieles..... | 43 |
| 2.1.3.2.2. -1 Descarnado..... | 43 |
| 2.1.3.2.3.-1 Piquelado..... | 44 |
| 2.1.3.2.4.-1 Curtido..... | 44 |
| 2.1.3.2.5. -1 Engrase..... | 45 |
| 2.1.3.2.6-1 Blanqueado de la fibra..... | 45 |
| 2.1.3.2.7-1 Escurrido y secado de la fibra..... | 46 |
| 2.1.3.2.8-1. Lijado y peinado de la fibra..... | 46 |
| 3.1-1 Reactor Piloto | 50 |
| 3.1-2. Vista superior del reactor piloto..... | 51 |

INDICE DE ABREVIATURA

ρ = Densidad

μ = Viscosidad

Q= Caudal

H_m= Pérdidas por Accesorios

N_{RE} = Número de Reynolds

\varnothing = Diámetro de la Tubería

RR= Rugosidad Relativa

h_f= Pérdidas por Fricción

W= Flujo Másico

H_p= Potencia de la Bomba

t= Tiempo requerido

v= Velocidad

L= Longitud

EPP= Equipos de protección personal.

RESUMEN

Diseño y construcción de un reactor - molineta para el curtido de cueros con pelo en la curtiembre El Al-CE en el cantón Guano que nos servirá para diversificación de productos.

Mediante el método experimental se construyó un equipo piloto, se realizaron pruebas para demostrar su efectividad en el proceso.

Se utilizó los materiales: un tanque de PVC reciclado, una base de acero inoxidable, tuberías y una bomba.

En base a las pruebas preliminares, se dimensionó y construyó este reactor de tipo Batch con una capacidad de 0.222 m^3 , altura de 0.87 m, diámetro de 0.57 m y una potencia de la bomba de 1 Hp.

Las pruebas de laboratorio demuestran valores superiores a 2.5% de absorción de óxido de cromo en los cueros curtidos de todas las paradas realizadas, como en el país no se ha elaborado una Norma para Cueros de este tipo, se ha tomado como Normativa el Sistema de Referenciación Ambiental (SIRAC) que se utiliza en el sector curtiembre de Colombia en el que establece un mínimo de 2.5% para un curtido eficiente.

Los cueros curtidos en este reactor cumplen con la normativa mencionada, demostrando así la efectividad del mismo.

Recomendamos a las industrias curtiembres del país incorporar este reactor a sus plantas industriales y artesanales para diversificación y economía de productos.

SUMARY

This thesis deals with the desing and construction of reactor-little mil for the haired-leather tanning at EL ALCE tanning factory in the Guano canton which will serve for the product diversification. Though the experimental metod a pilot equipment was constructed; tests were carried out to demonstrate the process effectiveness. The following materials were used: a recycled PVC tank, a stainless steel base, piping and a pump. On the basis of preliminary tests this Batch type reactor was constructed with 0.222 m³ capacity, 0.87 m high, 0.57 m diameter and 1 Hp power pump. The lab tests show values higher than 2.5 % chromium oxide absorption in the leater tanned in all the stops; due to the fact that in the country a Leather Norm of this type has not been elaborate the Emvironmental Reference System (SIRAC) used in the tanning sector of Colombia in which: 2.5% minimum for and efficient tanning is established, as a Norm has been adopted. The skins tanned in this reactor meet the above norm thus demonstrating its effectiveness. The country tanning industries are recommended to incorporate this reactor to their industry and artisan plants for product diversification and economy.

INTRODUCCIÓN

La producción ovina ha sido una de las actividades tradicionales en el Ecuador, sin embargo, desde hacía varias décadas se encuentra en franco retroceso, las provincias de la serranía ecuatoriana reúne las condiciones más aptas para cría de ovinos, no obstante encabeza el proceso de reducción de esta población nacional, a la vez que presenta los mayores ajustes, cambiando su importancia relativa dentro del sistema agropecuario, pasando a conformar una producción que se destina principalmente al consumo interno.

El comercio de pieles de ovinos, se realiza ofreciendo el producto, fresco o salado, la calidad depende de diferentes aspectos como: Manejo de la explotación, alimentación, transporte hacia el camal, sacrificio y conservación de la piel. Para la obtención de cuero de peletería fina en el cual se omite el proceso de pelambre y calero debiendo llegar al estado de piquel y curtición sin haber eliminado parte de la dermis ,con hidrólisis del colágeno, separación de fibras, saponificación parcial de las grasas y eliminación de proteínas dando como resultado un producto resistente, suave, flexible, caracterizándose por un aspecto fino y delicado de la fibra en las badanas que se utiliza .para la elaboración de Alfombras, Abrigos ,Billeteras, Bota de vino, Carteras y bolsos, Maletín, Guantes (térmicos, industriales),Monturas ,Muebles (asientos, fundas y tapizados),chaquetas (con lana) debido a su tacto agradable por la utilización de la parafina sulfoclorada que actúa como engrasante para cueros. Imparte un efecto ceroso a la fibra y baja el punto de fusión de los ácidos grasos superiores limitando o eliminando el problema de repousse. La lanolina es una sustancia aceitosa de origen animal, evitando que se acumule humedad con tacto muy agradable.

Pero frente a los requerimientos modernos de obtener una piel curtida con una gran resistencia a las acciones mecánicas, aspectos físicos como suavidad, flexibilidad y sobre todo resistencia al agua, se emplea en la actualidad la curtición de pieles con pelo con sales de Cromo.

Por lo cual el diseño y construcción de este reactor busca realizar la actividad de curtición con todos los aspectos que hoy en día requieren en el mercado nacional y mundial.

Por consiguiente en este trabajo se expone una técnica de curtido con maquinaria sofisticada para curtir lotes de 10 pieles de borrego merino, los trabajos consisten en pasar las pieles a sucesivas soluciones curtientes, donde quedan sumergidas por un par de días donde se utilizan como agentes químicos: detergente, sal común, ácido fórmico, sal de alumbre, sales de cromo, y grasa sulfitada.

Esto proporciona un adobo delgado y flexible que en peletería es muy importante, los cueros ya procesados se destinarán para la confección de alfombras, Abrigos , Billeteras, Bota de vino, Carteras y bolsos, Maletín, Guantes (térmicos, industriales), Monturas , Muebles (asientos, fundas y tapizados), chaquetas (con lana). De esta manera se puede dar a conocer a los productores de ovino que las pieles pueden tener un aumento del valor agregado por cada piel procesada e incentivar a los productores la explotación de ovino e industrialización de la piel a gran escala.

ANTECEDENTES

En los orígenes de nuestra historia, un cazador se cubrió, por primera vez, con la piel aún caliente del animal recién cazado descubriendo la materia más aislante jamás hallada: la piel. Desde aquel momento los cambios han sido vertiginosos y la Industria de la Piel, con la colaboración y aportes de la Industria Química, fue incorporando paulatinamente nuevas tecnologías en los procesos industriales, lo que ha conducido a este sector a un crecimiento acelerado y permanente.

En realidad, el origen de las pieles animales como elemento para el uso humano se remonta a la Prehistoria, a esa fecha simbólica en la que uno de nuestros antepasados se endosó la piel todavía sangrienta de un oso.

La industria de la piel estuvo desde siempre íntimamente ligada a la de la piedra, hasta punto de que ya en los yacimientos más antiguos del Paleolítico inferior se han encontrado cuchillos y rapadores de sílex destinados al despiece de los animales sacrificados y al rapado y adobe de las pieles que permiten reconstruir el papel fundamental desempeñado por la industria de la piel, tanto en lo que se refiere a la confección de vestimentas, tiendas para cobijarse o vehículos de transporte, como a la de material donde plasmar representaciones religiosas y mágicas.

El hallazgo de nuevos extractos curtientes significó una innovación de vital importancia. Luego vino el curtido al aluminio y al cromo, apoyado este último en los estudios realizados en 1853 por Cavalin, y en las patentes hechas por Knapp en los años 1858, 1862 y 1887. Como dato curioso cabe citar, asimismo, el nacimiento en 1870 de otro tipo de curtido, a base de sales de hierro, que en la práctica se utilizó únicamente durante la Segunda Guerra Mundial, debido a la escasez de cromo por la que entonces se atravesaba. Las tenerías de principios de siglo eran grandes fábricas donde el tratamiento de la piel, con toda su complejidad, se llevaba a cabo lentamente, de forma manual y mecánica. En los últimos años, las nuevas tecnologías han venido a completar

este panorama futurista, donde el elemento humano tiende a ser reemplazado por la máquina hasta el límite de lo posible.

A partir de los años cincuenta, se empezaron a importar máquinas y productos químicos procedentes de Alemania, Inglaterra e Italia. Desde entonces la producción se diversificó, abarcando la práctica totalidad de los campos y especialidades posibles, algunos de los cuales no habían sido atendidos con anterioridad por la industria española.

Hoy en día, los importantes logros obtenidos gracias al desarrollo de la química, la ingeniería y la electrónica, y los modernísimos sistemas de mediación, análisis y control, permiten extraordinarios incrementos de la producción y garantizan las más elevadas cotas de calidad del producto. No obstante, resulta todavía decisiva para el éxito, en determinados momentos del proceso, la intervención directa del curtidor, ahora llamado técnico que a su vez ha desarrollado equipo para curtición específicos de acuerdo a la demanda de los clientes.

Específicamente la fabrica “EL ALCE” inicia en el año de 1989 curtiendo cueros pequeños como son de borrego y cabras. En 1991 empieza a curtir cueros de res al mismo tiempo a confeccionar ropa de cuero. Por lo que se avisto factible de acuerdo a la demanda ir diversificando la producción y comercialización de artículos de cuero y cada día mejorando la calidad de sus productos.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo industrial ha conllevado a grandes avances tecnológicos, los mismos que han permitido una producción bien amplia en diferentes campos industriales para obtener diversificación de productos. Como en el caso de la industria Curtiembre tenemos una producción que ha ido diversificando productos en los diferentes mercados.

Motivo por el cual la empresa de cueros “El Al-Ce” inicia en el año de 1989 curtiendo cueros pequeños como son de borrego y cabras. En 1991 empieza a curtir cueros de res al mismo tiempo a confeccionar ropa de cuero. Desde entonces ha ido diversificando la producción de artículos de cuero y cada día mejorando la calidad de sus productos.

Es por esta razón que se ha visto factible diversificar su producción con el objetivo de satisfacer los requerimientos de nuestros clientes por lo que se ha considerado factible diseñar y construir un reactor de tipo molineta para curtir cueros con pelo los cuales tienen su amplia aplicación en: Abrigos, Alfombras, Billeteras, Bota de vino, Carteras y bolsos, Cinturones, Maletín, Guantes (térmicos, industriales), Monturas y guarniciones, Muebles (asientos, fundas y tapizados), Calzado.

Este reactor será el primero en este sector industrial y que servirá como referencia para empresas similares que se interesen por diversificar su producción en cantidad y la calidad requerida

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- ♣ Realizar el Diseño y Construcción de un Reactor – Molineta para el curtido de cueros con pelo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ♣ Efectuar el dimensionamiento del Reactor – Molineta para el curtido de cueros con pelo.
- ♣ Identificar las variables presentes en el proceso de curtición de cueros con pelo.
- ♣ Establecer las especificaciones técnicas para la construcción del Reactor - Molineta.
- ♣ Calcular la capacidad del Reactor- Molineta.
- ♣ Construir el Reactor- Molineta.
- ♣ Determinar la eficiencia que presenta el Reactor - Molineta.
- ♣ Realizar pruebas de calidad en el producto terminado.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1. MARCO TEÓRICO.

1.1. CURTIEMBRE

1.1.1 GENERALIDADES

Una curtiembre, curtiduría o tenería es el lugar donde se realiza el curtido, proceso que convierte las pieles de los animales en cuero.

1.1.2 CURTIDO DEL CUERO

El curtido tiene por objeto transformar la piel de los animales en una sustancia inalterable e imputrescible: el cuero. La técnica y el proceso del curtido varían según el uso o destino que se ha de dar a los cueros, y a tal fin pueden obtenerse más o menos impermeables, rígidos, blandos, etc.

Sumamente numerosos son los métodos usados para curtir.

1.1.3 TIPOS DE CURTIDO DE CUERO

Pueden curtirse con cualquiera de los siguientes procedimientos:

- a) Al formol;
- b) Al alumbre común;
- c) Al cromo; con curtientes vegetales, sintéticos o combinados.

Cada uno de estos métodos tiene sus finalidades; se emplea el a) y el b) cuando se desean obtener cueros blancos, pudiéndose también usar con el mismo fin el c) al cromo, que se recomienda también para el cuero destinado al calzado , y el último es apropiado para el cuero de carteras pequeñas y valijas.

1.1.4 CURTIDO AL CROMO

Se prepara una solución de sales de cromo, donde las pieles permanecen durante 5 días. Esta solución tampoco se tira, sino que se reutiliza, agregándole las sales en función de su densidad. Cada piel absorbe sales

cromo. Las pieles pasan del tacho de alumbre al tacho del alumbre – cromo. Antes de pasarlas hay que escurrirlas bien con la mano, por supuesto que para este procedimiento hay que utilizar guantes impermeables de goma. El cromo es una sustancia tóxica (metal pesado contaminante) que puede penetrar por la piel y acumularse en el cuerpo humano, no pica ni arde, pero por favor usen guantes. Luego de 5 días se sacan las pieles y se enjuagan bien con abundante agua. Antes de esto pueden pasar un día en otro tacho que contenga una solución de agua y solamente cromo.

El procedimiento antes descrito es utilizado por las curtiembres artesanales que realizan este curtido de una forma manual y empírica, en nuestro reactor se a optimizado el tiempo de penetración del cromo a 7 horas optimizando tiempo y recursos, y lo que es más importante obtener un producto de calidad.

1.1.5 CURTIDO BLANCO AL ALUMBRE

Después de las operaciones que dejamos descriptas, tenemos las pieles en condiciones de someterlas al baño curtiente. Estos baños, que son los que transforman las pieles en cuero, convirtiéndolas en sustancias imperecederas, son compuestos que responden a muy diversas fórmulas.

Nosotros presentamos aquí el curtido del cuero al alumbre, que aunque de antiquísima data, presenta las ventajas de un trabajo delicado y blanco. El curtido al alumbre se efectúa con esta sal de aluminio en solución y en presencia del cloruro de sodio (sal). La verdadera función de la sal en este género de curtido, no ha sido aún bien aclarada y tampoco se puede precisar qué cantidad de sal es la más indicada; no obstante esto, la sal es necesaria para un perfecto curtido.

Las pieles se introducen en el baño curtiente y según el grueso de las mismas, el proceso puede durar de 3 a 20 días.

Durante este tiempo las pieles deben moverse con frecuencia por medio de un palo, a fin de que el baño se mantenga activo conviene una temperatura media de 30 C.

1.1.6 SUSTANCIAS CURTIENTES

Las sustancias curtientes tienen la propiedad de que sus soluciones al ser absorbidas por las pieles transforman a estas en cueros. Los curtientes vegetales pueden ser naturales, sin ninguna clase de tratamientos ó se pueden colorear y tratar químicamente; casi todas las plantas contienen sustancias curtientes, pero sólo se usan aquellas especies que permiten un alto rendimiento y buena calidad de extracto. Los extractos más importantes en la industria son aquellos que provienen de la corteza, hojas, tallos, frutos y madera de diferentes especies. En la región chaqueña se utiliza principalmente el extracto de quebracho que se elabora del duramen del árbol, conteniendo alrededor del 65% a 70% de tanino, con un 6-10% de materiales insolubles cuando es de buena calidad.

1.2. LA PIEL

“La piel es la estructura externa de los cuerpos de los animales, es una sustancia heterogénea, generalmente cubierta con lana y formada por varias capas superpuestas. Esta envoltura externa ejerce una acción protectora: pero al mismo tiempo también cumple otras funciones como:

Regular la temperatura del cuerpo y eliminar sustancias de desecho.

Albergar órganos sensoriales que nos faciliten la percepción de las sensaciones térmicas, táctiles y sensoriales.

Almacenar sustancias grasas y proteger el cuerpo de la entrada de bacterias.”¹

“La piel responde a los cambios fisiológicos del animal, reflejándose sobre ellas muchas características importantes y específicas tales como: edad, sexo, dieta, medio ambiente y estado de salud.”²

¹ Hidalgo, L. (2004).

² Calle, R. (1994).

1.2.1 ANATOMÍA DE LA PIEL

Se designa al conjunto de tejidos que recubre o envuelve el cuerpo de los animales. Se distinguen tres regiones: la epidermis, la hipodermis y la dermis. La piel es el órgano más extenso del cuerpo. Está constituida por 3 niveles: la epidermis, la dermis (tejido conectivo) y el tejido graso (adiposo o subcutáneo). La piel tiene múltiples funciones que son desarrolladas por las diferentes estructuras, células y anejos que la componen. Entre las funciones destaca la función inmunológica y la función barrera. La función inmune se realiza por la inmunidad natural y la adaptada. La función barrera que impide la entrada de sustancias u organismos del exterior y la pérdida desde el interior. Entre otras funciones destacan la función reparadora de heridas, úlceras y del daño celular, las funciones vasculares nutritivas y regulatorias de temperatura, las funciones sensitivas o de comunicación y las funciones de relación o atención.

1.2.1.1 EPIDERMIS

“La epidermis es la capa exterior de la piel, o membrana epitelial que cubre el cuerpo de los animales (los pelos, plumas, cuernos, uñas, garras y pezuñas son producciones de la epidermis). Está formada por 4 capas y en ella podemos encontrar 4 tipos celulares: queratinocitos, melanocitos, células de Langerhans y células de Merkel.”³

1.2.1.2 DERMIS

“La dermis es la capa intermedia de la piel, ubicada entre la más superficial o epidermis y la más profunda o hipodermis. Es flexible, fibrosa, retráctil, muy resistente y constituye el grueso principal de la piel. La dermis representa un tejido fibroelástico, formado por una red de colágeno y fibras elásticas. La dermis contiene también unas redes vasculares dispuestas paralelamente a la superficie cutánea y conectada entre sí por los vasos verticales.

³ Buxadé, C. (1996).

En la dermis podemos encontrar fibras (colágeno, elásticas y reticular), células (fibroblastos, mastocitos y macrófagos), elementos vasculares, neurales y anejos (pelos, glándulas ecrinas, apocrinas y sebáceas). La dermis presenta 2 regiones, funcional y metabólicamente distintas que son: dermis papilar y dermis.”⁴

Una capa papilar con fibras elásticas, vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas y fibras de colágenos finales y orientados preferentemente según un eje perpendicular.

Una capa reticular con células conjuntivas y fibras de colágeno oblicuas y más gruesas que las de la capa anterior.

1.2.1.3. ENDODERMIS

“La endodermis constituye aproximadamente el 15% del espesor total de la piel en bruta y se elimina durante la operación de descarnado. Es la parte de la piel que asegura la unión con el cuerpo del animal. Es un tejido conjuntivo laxo constituido por grandes lóbulos de tejido graso limitados por tabiques de fibras colágenas delgadas y escasas fibras elásticas. Es la parte correspondiente al tejido adiposo y se encuentra bajo la dermis.”⁵

“La piel recuperada por desuello de los animales sacrificados, se llama “piel fresca” o piel en verde. En una piel fresca existen zonas de estructuras bastante diferenciadas en lo que respecta al espesor y la capacidad. Estos contrastes son sobre todo importantes en el caso de pieles grandes de bovinos. En una piel se distinguen 3 zonas:

El crupón

El cuello

Las faldas.”⁶

⁴ Calle, R. (1994).

⁵ Duga, L. (2000).

⁶ Hidalgo, L. (2004).

1.2.1.4. CRUPÓN

“El crupón corresponde a la parte de la piel de la región dorsal y lumbar del animal. Es la parte más homogénea, tanto en espesor como en estructura dérmica. Es además la más compacta y por lo tanto la más valiosa. Su peso aproximado es de un 46 % con relación al total de la piel fresca. La piel de la parte superior de la cabeza se conoce como testuz y las partes laterales se le llama carrillos, como se ilustra en el grafico 1.”⁷

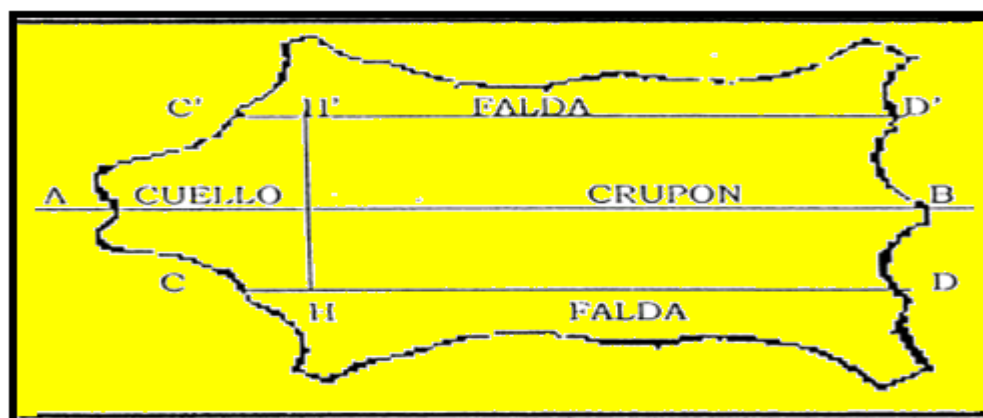


Figura.1.2.1.4-1 Esquema de las zonas de una piel fresca.

1.2.1.5. CUELLO

“El cuello corresponde a la piel de la cabeza y del cuello animal, su espesor y compacidad son irregulares y de estructura fofa. La superficie presenta profundas arrugas que serán tanto más marcadas cuando más viejo sea el animal, la piel del cuello representa un 26% del peso total de la piel.”⁸

1.2.1.6. FALDAS

Las faldas corresponden a la parte de la piel que cubre el vientre y las patas del animal. Presenta grandes irregularidades en cuanto a espesor y compacidad, encontrándose en las zonas de las axilas las partes más fofas de la piel; la de las patas se encuentra algo cornificadas. El peso de las faldas corresponde un 28% del total. En una piel además se distinguen: el lado externo de la piel que

⁷ Calle, R. (1994).

⁸ Duga, L. (2000).

contiene el pelaje del animal, y una vez eliminado este se llama «lado de la Flor». El lado interno de la piel, que se encontraba junto a la carne del animal se llama «lado de la carne».

1.2.2. PIELES OVINAS

“Entre los principales obstáculos que han frenado el desarrollo de la industria del cuero se basan en que la piel de ganado ovino, que procesa la curtiembre, presenta cualidades deficientes por la crianza y cuidado del ganado, transporte, camales, preservación, entre otros factores que no tienen ningún control estricto de calidad y por el contrario son actividades que se realizan de una forma arcaica y obsoleta. Esto afecta al proceso de curtido y al producto final, el cuero. Las ganaderías ovinas reducen considerablemente la calidad de la piel entre otros factores por:

Utilización de alambres de púas, prohibido en otros países productores de piel, y deficiente alimentación, maltrato y golpes.

Marcas con fuego, también reglamentado en otros países, plagas, especialmente garrapatas principalmente en la costa y oriente.

El transporte es inadecuado para el ganado, que viaja atado y hacinado, generando daños adicionales a la piel.

Los camales producen varios daños irreversibles en las distintas etapas del proceso de matanza (cortes, manchas, sellos, etc.) y preservación preliminar de la piel (salado y/o congelamiento).

Por último, la conservación de la piel por intermediarios y curtiembres no es óptima, para conseguir una piel de calidad. En general por lo anotado y por deficiencias en sus propios procesos, pocas curtiembres logran productos terminados de calidad internacional. “⁹

⁹ Gansser, A. (1993)

La raza es muy importante en la calidad, en general, ésta es inversa a la de la lana. Así, las ovejas merinas dan muy buena lana y muy mal casco y en los entrefinos españoles ocurre lo contrario. Se pueden clasificar por la longitud de la lana: de lana corta, lana larga y lana media; por el tipo de lana: mestizos, peludos, entrefinos y merinos; por el peso de la piel:

1.3. LANA OVINA

La lana es uno de los principales productos de los ovinos Corriedale y Junín, se caracterizan por vellones de finura media (24-31 micras), buena longitud (8-11 cm), alto rendimiento al lavado (65-70%) y buen grado de resistencia. Este producto es destinado en su totalidad a la industria textil nacional. Se cosecha durante las faenas de esquila que se realizan entre los meses de Febrero y Marzo, utilizando el método de esquila Tally-Hi. Los vellones son clasificados de acuerdo al Sistema Peruano, luego prensados y enfardados en telas de yute. Los vellones de ovinos criollo presentan características de finura, longitud muy variables, así como un bajo rendimiento al lavado. Tienen menores precios que las lanas de Corriedale y Junín, pero es utilizada en la elaboración de productos artesanales. En la última década se ha evidenciado un menor interés en mejorar la producción de lana en el país, debido principalmente a la reducción de los precios internacionales de la lana, lo cual ha afectado significativamente la rentabilidad de esta crianza a nivel de las empresas campesinas. En cuanto a colores se refiere, es predominante el color blanco, en las diferentes razas, por lo que no existe una clasificación por color, más bien si existe un sistema de clasificación por finura.

1.3.1. EL FOLÍCULO

El folículo es el nombre dado a las pequeñas bolsitas que aparecen en la piel, y que producen fibras tales como el pelo y la lana. Los folículos determinan la cantidad y calidad de la lana que el animal produce. El folículo es un órgano de la piel existen dos tipos de folículos que son:

Folículos primarios: Aparecen primero en la piel. Además poseen varias estructuras accesorias: la glándula sebácea, la glándula sudorípara y el músculo pili-erector.

Folículos secundarios: Se inician y desarrollan más tarde que los primarios, y como única estructura accesoria cuentan con una glándula sebácea. También tiene otra particularidad; y es que, algunos de ellos pueden ramificarse y formar una especie de ramillete de varios folículos, que tienen una abertura común hacia la superficie de la piel.

1.3.2 ESTRUCTURA DEL FOLÍCULO

El folículo puede dividirse en las siguientes regiones: región del bulbo, región por encima del bulbo y tercio superior del folículo.

Región del bulbo: Dentro de esta se encuentra la papila, que comprende un grupo de células de la dermis. El bulbo contiene las células germinativas, se multiplican para proveer las células de la fibra. Las células mueren y son expulsadas del folículo con fibra de lana. Este proceso de endurecimiento se llama queratinización debido a que se forma una proteína insoluble.

Región por encima del bulbo: Esta región tiene una forma ligeramente en espiral; y además, es más gruesa de un lado que del otro, ya que el folículo tiene una especie de hinchazón en uno de sus lados. Las células de la fibra están diferenciadas, y la propia fibra se queratiniza a medida que es rodeada por las capas ya queratinizadas de la vaina interna de la raíz.

Tercio superior del folículo: En esta región la vaina externa de la raíz tiene una estructura similar a la epidermis. La membrana del folículo y la parte superior de los ductos de las glándulas sudoríparas y sebáceas, están alineadas con varias capas de células cornificadas. En esta región la fibra esta completamente queratinizada.

1.3.3. ESTRUCTURAS ACCESORIAS DEL FOLÍCULO

El folículo está compuesto por la glándula sebácea, la sudorípara y el músculo pili-erector.

Glándula sebácea: Es una glándula que se encuentra al costado del folículo y que su conducto desemboca en el interior de este. Esta glándula produce sebo cuya finalidad es la de proteger a la fibra de los elementos climáticos.

Glándula sudorípara: Se encuentra distribuida en casi todo el cuerpo, segregan el sudor a través del cual el organismo regula la temperatura y elimina toxinas. La glándula es un tubo que se enrolla en forma de ovillo.

Músculo pili-erector: Son unas pequeñas fibras musculares que se encuentran ubicadas a un lado del folículo, sus extremos están unidos al folículo por un lado y a la epidermis por el otro. Cuando se contrae provoca la erección del pelo o lana.

Desarrollo del folículo individual: La iniciación folicular comienza aproximadamente a los 50-65 días de edad fetal, en el caso de los folículos primarios, y alrededor de los 90 días en los secundarios.

1.3.4. ESTRUCTURA DE LA FIBRA DE LANA

“La fibra de lana está formada por dos capas netamente diferenciadas, la cutícula y la corteza, y en determinado tipo de fibras puede existir una tercera capa, la medula.

Cutícula: La cutícula es la capa que rodea la fibra, constituyendo el 10% de esta; formada por células en forma de escamas, que se superponen unas a otras. Estas escamas que le dan un aspecto aserrado a la fibra, tienen distinta disposición y tamaño, en las diferentes razas ovinas. Cada célula escamosa consta de tres capas: La epicutícula, que es muy resistente a los agentes químicos e impide la entrada de colorantes durante el proceso de teñido. Felizmente desaparece durante el lavado y cardado, ya que es sensible a los tratamientos mecánicos. La exocutícula: resulta ser muy susceptible a los

ataques climáticos, y la endocutícula: como la anterior, también resulta vulnerable a agentes exógenos.

Corteza: constituye el 90% de la fibra y está formado por células alargadas, paralelas al eje de la fibra (células corticales). Estas células están a su vez formadas por fibrillas orientadas longitudinalmente, conocidas como macrofibrillas, que miden aproximadamente 100 micras de largo por 2-4 micras de ancho. Las microfibrillas están rodeadas por una sustancia semejante llamada matriz.”¹⁰

1.3.5. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA LANA

Las principales características de la lana se describen a continuación:

1.3.5.1. DIÁMETRO

El diámetro es la característica más importante, ya que determina los usos finales de la lana. Estimaciones norteamericanas, establecen que el diámetro tiene una importancia relativa del 8% en el precio de la lana. Las lanas finas son para fabricar artículos de vestir, suaves y de gran calidad. Las lanas medianas se emplean en telas medianas y pesadas. Las lanas gruesas se destinan para la fabricación de alfombras. Variación del diámetro en el vellón. En las distintas regiones del cuerpo del animal el diámetro no es uniforme, existiendo variaciones.

La lana de la paleta es más fina que la del costillar, mientras que la lana más gruesa aparece en los cuartos. Factores que afectan el diámetro. Raza: Es bien conocida la diferencia en diámetro entre un Merino y un Romney, para citar casos relativamente extremos. Sexo: Incide en el diámetro; dentro de una misma raza los carneros presentan lana más gruesa que los capones y estos a su vez más gruesa que las ovejas. Nutrición: Afecta al diámetro; animales sometidos a altos niveles de alimentación, engrosan su lana. Mientras que lanares que soportan una deficiencia nutritiva, la afinan.

¹⁰ Helman, M. (1995)

1.3.5.2. LARGO

El largo es la segunda característica en orden de importancia, luego del diámetro, representando 15-20% del precio, su importancia radica en que determina el destino que llevara la lana durante el proceso industrial. Existen 2 sistemas de hilado: el peinado y el cardado, los cuales producen hilados de características y valor diferentes.

1.3.5.3. RESISTENCIA

La lana debe ser muy resistente a la tracción, existe variación del diámetro a lo largo de la fibra, debida fundamentalmente a factores ambientales, particularmente la nutrición. Por ejemplo, una fibra de lana de 30 micrones de diámetro, tiene una resistencia a la tracción de 16 gramos. La misma fibra, pero debilitada, resistente a lo sumo 11 gramos. Es importante destacar que el mínimo de resistencia necesario para que la lana pueda ser trabajada en la industria es de 8.5 gramos, para lanas de 30 micras.

1.3.5.4. COLOR

El color de la lana sucia es importante para el comprador de lana, ya que puede predecir cuáles coloraciones pueden ser eliminadas por el lavado y cuáles no. En la industria; sin embargo, el color que interesa es el que presenta la lana luego de que ha sido lavada, o sea luego que fueron quitados la suarda, el polvo y los tipos de colorantes que desaparecen con el lavado. La industria está interesada en que el color de la lana sea lo más blanco posible, ya que eso permite que la lana sea teñida con una gama más amplia de colores. Hay lanas que presentan alguna coloración que no desaparezca con el lavado, tiene limitado los colores con los cuales pueden ser teñidas (solo pueden ser teñidas con colores oscuros).

1.3.6. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA LANA

Las principales propiedades físicas de la lana se describen a continuación:

1.3.6.1. ESTIRAMIENTO

La propiedad que le permite a la lana estirarse en gran proporción, antes de romperse. Esto es muy importante, desde el punto de vista textil, dados que procesos de industrialización tales como cardado, peinado e hilado, someten a considerables tensiones a las fibras de lana, que deben poseer extensibilidad suficiente para conservarse íntegras a través de los mencionados procesos.

1.3.6.2. ELASTICIDAD

Esta propiedad, íntimamente relacionada con el interior, se refiere al hecho que la lana regresa a su largo natural, luego de estirarse, dentro de ciertos límites, ya que llega un momento en que, al romperse los enlaces químicos, la lana que no vuelve a su largo original. La elasticidad de la lana es debida a la estructura helicoidal de sus moléculas. Gracias a esta propiedad de recobramiento de la extensión, la lana tiene la habilidad de retener la forma de las vestimentas, y mantener la elasticidad de las alfombras.

1.3.6.3. HIGROSCOPICIDAD

Todas las fibras naturales absorben la humedad de la atmósfera, y entre ellas, la lana es la que lo realiza en mayor proporción; la lana es higroscópica; es decir, que absorbe vapor de agua en una atmósfera húmeda y lo pierde en una seca. La fibra de lana es capaz de absorber hasta un 50% de su peso en escurrimiento.

1.3.6.4. FLEXIBILIDAD

Es la propiedad de las fibras de lana, por lo cual se pueden doblar con facilidad, sin quebrarse o romperse. Esta propiedad es de gran importancia para la industria, tanto en hilandería como en tejeduría, para lograr tejidos resistentes.

1.3.7. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA LANA

Las principales propiedades químicas de la lana son las que se describen a continuación:

1.3.7.1. EFECTO DE LOS ÁLCALIS Y ÁCIDOS

La proteína de la lana, que recibe el nombre de queratina, es particularmente susceptible al daño de álcalis. Por ejemplo, soluciones de hidróxido de sodio al 5%, a temperatura ambiente, disuelven la fibra de lana. El efecto de los ácidos se manifiesta porque la lana es resistente a la acción de los ácidos suaves o diluidos, pero en cambio los ácidos minerales concentrados, como por ejemplo, el sulfúrico y el nítrico provocan desdoblamiento y descomposición de la fibra. Sin embargo, soluciones diluidas de ácido sulfúrico son usados durante el proceso industrial de la lana, para carbonizar la materia vegetal adherida a las fibras.

1.3.7.2. EFECTO DE LOS SOLVENTES ORGÁNICOS

La mayoría de los solventes orgánicos usados comúnmente para limpiar y quitar manchas de los tejidos de lana, son seguros, en el sentido que no dañan las fibras de lana, y que pueden producir un artículo de elevada calidad sobre todo si tiene que ver con la confección de las alfombras.

1.4. DEFINICIÓN DE REACTOR QUÍMICO.

Un reactor químico es una unidad procesadora diseñada para que en su interior se lleve a cabo una o varias reacciones químicas. Dicha unidad procesadora está constituida por un recipiente cerrado, el cual cuenta con líneas de entrada y salida para sustancias químicas.

1.4.1. REACTORES DE FLUJO PISTÓN CON RECIRCULACIÓN SIN DISPOSITIVO SEPARADOR

En este tipo de reactores se toma parte de la corriente de salida y se llevan directamente a la entrada del reactor.

Los reactores químicos tienen como funciones principales:

- Asegurar el tipo de contacto o modo de fluir de los reactantes en el interior del tanque, para conseguir una mezcla deseada con los materiales reactantes.
- Proporcionar el tiempo suficiente de contacto entre las sustancias y con el catalizador, para conseguir la extensión deseada de la reacción.
- Permitir condiciones de presión, temperatura y composición de modo que la reacción tenga lugar en el grado y a la velocidad deseada, atendiendo a los aspectos termodinámicos y cinéticos de la reacción.

1.4.2. REACTORES DE RECIRCULACIÓN.

Pueden ser CON DISPOSITIVO SEPARADOR, cuando se toma parte de la corriente de salida y se llevan directamente a la entrada del reactor. SIN DISPOSITIVO SEPARADOR, cuando en la salida del reactor colocamos un dispositivo separador que hace que se separen reactivos y productos, luego los reactivos se recirculan de nuevo al reactor.

1.4.3. DISEÑO DE REACTORES

Para el diseño de un reactor hemos de conocer el tamaño y tipo de reactor, y las condiciones de operación más adecuadas para el fin propuesto.

1.4.4. PROCESO CONTINUO.

Una variación del proceso discontinuo es la utilización de reactores continuos del tipo tanque agitado los llamados CSTR del ingles Continuous Stirred Tank Reactor. Este tipo de reactores pueden ser variados en volúmenes para permitir mayores tiempos de resistencia y lograr aumentar los resultados de la reacción.

1.4.5. TIPOS DE REACTORES

Existen infinidad de tipos de reactores químicos, y cada uno responde a las necesidades de una situación en particular ,entre los tipos más importantes, más conocidos, y mayormente utilizados en la industria se puede mencionar los siguientes:

REACTOR DISCONTINUO

REACTOR CONTINUO

REACTOR SEMICONTINUO

REACTOR TUBULAR

TANQUE CON AGITACION CONTINUA

REACTOR DE LECHO FLUIDIZADO

REACTOR DE LECHO FIJO

REACTOR DE LECHO CON ESCURRIMIENTO

REACTOR DE LECHO DE CARGA MOVIL

REACTOR DE BURBUJAS

REACTOR CON COMBUSTIBLE EN SUSPENSIÓN

REACTOR DE MEZCLA PERFECTA

REACTORES DE RECIRCULACION

REACTORES DE MEMBRANAS

FERMENTADORES

1.5. TIPOS DE EQUIPOS DE CURTICIÓN

1.5.1. REACTOR BATCH TIPO MOLINETA.

Son recipientes contruidos de madera, poliéster reforzado con fibra de vidrio, PVC u otros materiales que resistan a las sustancias utilizadas en curtición. En algunos casos las cubetas están contruidas de cemento armado y recubierta con bolsas, siendo su principal dificultad que no puede trasladarse. En estos reactores de este tipo se añaden los reactivos y luego de un determinado tiempo se retira el producto, son fáciles de manejar y se los utiliza en curtición debido a que la concentración de reactivos es la misma en cualquier punto del reactor.

1.5.2. BOMBOS.

Los bombos sirven para mezclar y hacer penetrar los productos hacia el interior de las pieles. Son de forma cilíndrica y el material empleado en su construcción es similar al anterior y además en algunos casos de acero inoxidable.

Para que las pieles se arrastren al girar el bombo se coloca en su interior una serie de pivotes de una longitud de 200 a 300 mm proporcional al diámetro del bombo, con la punta redonda y bien pulida para que no rayen las pieles. Los pivotes se colocan en filas alternadas separadas unas de otros y entre si una distancia de 700-800 mm.

El accionamiento de los bombos se efectúa generalmente por engranes a través de un piñón de arrastre y una corona dentada de un diámetro algo inferior a la del bombo se sostiene sobre unos ejes a su vez se apoyan sobre cojines que le permiten girar sobre sí mismo.

1.5.3. RECIRCULACIÓN.

Reciclar el agua después de ser usada. A menudo esta tiene que pasar por un sistema de purificación de aguas residuales antes de poder ser reusada.

CAPITULO II

PARTE

EXPERIMENTAL

2. PARTE EXPERIMENTAL.

A nivel de laboratorio nuestro estudio emprendió una serie de variaciones en los parámetros establecidos en literatura o estudios realizados con anterioridad para encontrar las condiciones óptimas que nos ayudarán para el mejor dimensionamiento del equipo (reactor) y así obtener la piel curtida con propiedades físico químicas apropiadas para diversas aplicaciones tales como Alfombras, Abrigos, Billeteras, Carteras y bolsos, Cinturones, Maletines, Guantes (térmicos, industriales), Monturas, Muebles (asientos, fundas y tapizados), Calzado.

2.1. MÉTODOS.

El presente estudio de investigación utilizó la aplicación tanto teórica como experimental para obtener la mejor metodología en respuesta a las posibles interrogantes que se puedan presentar en el transcurso de curtiembre de pieles con pelo.

2.1.1. DEDUCTIVO

En el desarrollo de dicho estudio se parte de fundamentos y principios de la Ingeniería de Reacciones, Cálculos Básicos, y Operaciones Unitarias partiendo así del diseño y construcción de un reactor para el curtiembre de pieles con pelo para la empresa “El Al-Ce” mediante la selección adecuada de la materia prima (pieles), materiales y accesorios para su respectivo dimensionamiento lo cual es de gran ayuda para obtener los cálculos necesarios y la determinación de las variables del proceso con el fin de obtener la caracterización del equipo.

2.1.2. INDUCTIVO

Partiendo del análisis de las características de los fulones y de un equipo piloto para posteriormente determinar las variables que involucra dicho proceso y a continuación calcular el volumen y eficiencia, y así finalmente realizar el dimensionamiento del reactor - molineta, concluyendo con la validación del mismo.

2.1.3. TÉCNICA.

Existen varias técnicas para la investigación facilitándonos su desarrollo y el cumplimiento de nuestro objetivo.

2.1.3.1. PRODUCTOS NECESARIOS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO.

Detergente Industrial.

Cloruro de sodio (NaCl o sal en grano).

Acido Fórmico (HCOOH).

Cromo (CrOHSO_4).

Neutrosal

Grasa Animal Sulfitada LALT.

2.1.3.2. PROCEDIMIENTO PARA LA CURTICIÓN DE PIELES CON PELO.

2.1.3.2.1. REMOJO

En este caso por ser pieles de ovino frescas se realizó un baño estático (tina) para conservar la fibra, el objetivo del remojo fue limpiar las pieles de los materiales extraños.

El remojo estático se efectuó en base al peso de las pieles para lo que se preparó un baño con 200% de agua a temperatura ambiente, agregamos 3% de tensoactivo y un sachet de cloro. Realizamos un enjuague con un baño de 200% de agua a temperatura ambiente por 15 min, la operación facilitó la eliminación total del tensoactivo y la suciedad de la fibra.



Foto. 2.1.3.2.1-1 Remojo y lavado de pieles.

2.1.3.2.2. DESCARNADO

El proceso del descarnado se realizó manualmente utilizando cepillos de acero inoxidable, la misma que se encargó de eliminar el tejido subcutáneo de la piel, lo que no es idóneo para transformarse en cuero y de esa manera se consiguió una piel limpia más delgada que facilitó la penetración de los productos químicos.

Al final de la operación, se efectuó un enjagüe con baños de 200% de agua a temperatura ambiente por 15 min, facilitando la limpieza de la fibra.



Foto. 2.1.3.2.2. -1 Descarnado.

2.1.3.2.3. PIQUELADO

Para evitar un hinchamiento ácido, se preparó un baño de 300% de agua a temperatura ambiente con 8% de sal, se recirculo por 20 minutos, luego se adiciono el 2% del ácido fórmico diluido (1:10), por 40 min, y se pone en recirculación.



Foto. 2.1.3.2.3.-1 Piquelado.

2.1.3.2.4. CURTIDO

Cuando el ácido fórmico se penetró, se añadió el 8% de cromo (precurtiente), y se dejo en recirculación por 4 horas.

El control del precurtiente se realizó observando el corte, que parece algo menos traslucido en la zona donde ha penetrado, que en la zona en la que solo la piel esta piquelada.



Foto. 2.1.3.2.4.-1 Curtido.

2.1.3.2.5. ENGRASE

Se añadió el 4% de Grasa Sulfitada LALT, por un tiempo de 2 hora con constante recirculación, para dar suavidad al cuero de ovinos.



Foto. 2.1.3.2.5. -1 Engrase.

2.1.3.2.6. BLANQUEADO DE LA FIBRA

Para el enjuague de la fibra se preparó un baño con 200% de agua a temperatura ambiente más 3% de tensoactivo durante 15 min.



Foto. 2.1.3.2.6-1 Blanqueado de la Fibra

2.1.3.2.7. ESCURRIDO Y SECADO DE LA FIBRA

Se realizó el escurrido por el lapso de 1 días para eliminar la mayor cantidad de agua de la fibra. El secado de los cueros de ovino se efectuó en tableros con una ventilación moderada durante 2 horas.



Foto. 2.1.3.2.7-1 Ecurrido y Secado de la Fibra

2.1.3.2.8. LIJADO Y PEINADO DE LA FIBRA

Se utilizo lijas de 150, 180 para lijar los cueros de ovino.

El peinado de la fibra de ovino se realizó con los cepillos de acero.



Foto. 2.1.3.2.8-1. Lijado y peinado de la fibra.

2.2. METODOLOGIA DE EVALUACIÓN

2.2.1. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS

Para los análisis organolépticos se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los que permitieron identificar, que características presentaron cada uno de los cueros ovinos dando una calificación de 5

correspondiente de MUY BUENA; de 3 a 4 BUENA; y 1 a 2 BAJA; en lo que se refiere a finura de fibra, plenitud y blandura

Para detectar la **finura de fibra** se palpó la fibra de la lana ovina notando que no exista mayor presencia de fieltramientos o rizaduras es decir que se hayan entretejido demasiado las fibras de la lana lo que provoca un tacto grosero.

Para detectar la **blandura** se palpó tanto el cuero como la lana y luego se observó la suavidad y caída, comprobándose si el tacto es muy cálido, seco, liso y suave muy similar al de la piel suave ablandada, o es áspero.

En lo que se refiere a la **plenitud** se dobló el cuero y se observó la cantidad de arrugas que se presentan en el cuero que como es para la confección de alfombras es una característica secundaria pero no por eso menos importante ya que en el momento de extender el artículo la presencia exagerada de estas deformaciones perjudicaría la estética.

2.2.2. ANÁLISIS DE LABORATORIO

Estos análisis se los realizó en el Laboratorio de Control de Aguas de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de la Facultad de Ciencias de la Ciudad de Riobamba, en lo que se refiere a:

2.2.2.1. ABSORCIÓN DE CROMO POR PIEL INICIAL PROCESADA

Unidad: Porcentaje de cromo (Cr_2O_3) absorbido por el cuero curtido (%).

Medición y cálculo:

Para la determinación del contenido de óxido de cromo en el cuero se presentan el siguiente método analítico. Es sencillo y tiene un alto grado de exactitud, pero requiere la adaptación de algunos materiales de laboratorio.

Determinación colorimétrica de Cromo en el cuero.

El siguiente procedimiento debe realizarse en lo posible en una cabina de Extracción, utilizando guantes y gafas de seguridad. Recuerde leer previamente las fichas de seguridad de los reactivos químicos utilizados.

Muestra: Corte finamente una muestra de 2g de cuero (cualquier tipo de cuero curtido) y colóquela en un erlenmeyer de 500mL.

Adicione 10 ml de ácido nítrico del 70% y después de 10-15 minutos adicione 15 ml, de una solución compuesta de ácido sulfúrico concentrado 98% y ácido perclórico 60-70% en una relación 2:1 en volumen. Hágalo con precaución pues el ácido perclórico es explosivo. Con este paso el cromo existente en el cuero es oxidado hasta cromo hexavalente.

Coloque un embudo de vidrio en la boca del erlenmeyer para evitar evaporación del agua y caliente en estufa hasta que el cuero se disuelva. La solución tornara de color verde a naranja. Permita hervir por un minuto y luego deje enfriar, puede ayudarse con un baño de maría con agua fría.

Diluya adicionando agua destilada hasta completar un volumen de 200mL, adicione también unas perlas de ebullición. En seguida caliente la solución para eliminar el cloro y deje que ebulle por 10 minutos. Después de enfriar, adicione 15mL de ácido ortofosfórico del 90% para evitar interferencias de hierro.

Posteriormente, adicione 10mL de solución de yoduro de potasio (KI) al 10%, tape con vidrio de reloj y lleve a sitio oscuro por 10 minutos. Titule el yodo liberado adicionando por medio de una bureta, la solución de Tiosulfato de sodio 0,1N (Volumen V_t) utilizando almidón como indicador. La solución virara de azul a verde claro. El porcentaje en peso de cromo en el cuero está dado por (para una muestra de 2g):

$$\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ (PF)} = V_t \times 0.127$$

CAPITULO III

DISEÑO Y

CONSTRUCCIÓN

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN REACTOR – MOLINETA PARA EL CURTIDO DE CUEROS CON PELO.

3.1. CONSTRUCCIÓN DE UN REACTOR PILOTO

La construcción de este equipo se basó en el proceso manual y empírico realizado en curtiembres artesanales y a la experiencia en curtido en el que se desarrolla en tinas o tachos con la ayuda de un palo para producir movimiento. Este movimiento disminuye la calidad del producto debido a que la lana suele enredarse y formar motas; con el asesoramiento de técnicos brasileños se llegó a la conclusión que la agitación mecánica era la que disminuía la calidad del producto. Se pensó entonces en la posibilidad de que el cuero no tenga movimiento y que el fluido era el que tenía que circular a través de los mismos.

En este caso la variable de proceso es la concentración de cromo presente en el fluido y el porcentaje de absorción en el producto terminado.

Se analizó en la factibilidad de construir un reactor batch de tipo molineta para verificar la efectividad del proceso.

Es por esa razón que hemos considerado la construcción de un equipo piloto, con los materiales disponibles en la empresa para ello se improvisó un tanque reciclado, tuberías, accesorios y una bomba para ácidos.

Se realizó en primera instancia un ensayo de curtición con tres cueros en los cuales se verificaba la eficiencia del método empleado.

Posteriormente se procedió a evaluar las pruebas organolépticas de calidad, dándonos los resultados esperados.

En base al equipo piloto descrito anteriormente hemos procedido a diseñar y construir el reactor de curtido de cueros con pelo.



Foto 3.1-1 Reactor Piloto



Foto 3.1-2. Vista Superior del Reactor Piloto

3.2. VOLUMEN DEL CUERO

Para la determinación del volumen del cuero se despejara de la ecuación de la densidad.

$$V_{\text{cuero}} = \frac{m_{\text{cuero}}}{\rho_{\text{cuero}}}$$

Donde:

V_{cuero} : Volumen del Cuero

m_{cuero} : Masa total del Cuero en el bombo determinado.

$$V_{\text{cuero}} = \frac{40 \text{ Kg}}{870 \text{ Kg/m}^3}$$

$$V_{\text{cuero}} = 0.046 \text{ m}^3$$

3.3. DENSIDAD DEL CUERO

La densidad del cuero puede obtenerse de forma indirecta y de forma directa. Para la obtención indirecta de la densidad, se mide la masa y el volumen por separado y posteriormente se calcula la densidad. La masa se mide habitualmente con una balanza, mientras que el volumen puede medirse determinando la forma del objeto y midiendo las dimensiones apropiadas o mediante el desplazamiento de un líquido, entre otros métodos.

Para el caso particular se usa el volumen desplazando y la masa de la muestra pesada en una balanza. Con la ayuda de la siguiente ecuación:

$$\rho_{\text{CUERO}} = m_{\text{cuero}} / V_{\text{cuero}}$$

Donde:

ρ_{Cuero} : Densidad del Cuero

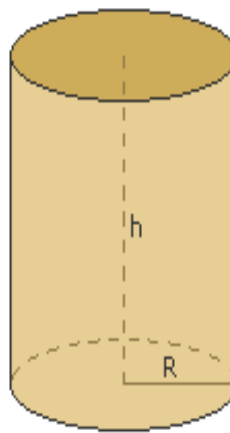
V_{Cuero} : Volumen del Cuero

m_{Cuero} : Masa total del Cuero en el bombo determinado

$$\rho_{\text{cuerpo}} = \frac{10 \text{ kg}}{0.0115 \text{ m}^3} = 870.01 \text{ kg/m}^3$$

3.4. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL REACTOR PARA CURTICIÓN

Para calcular la capacidad de una molineta hay que determinar la capacidad de un cilindro. La fórmula es la siguiente:



$$V_{\text{cilindro}} = \pi * r^2 * h$$

Donde:

r = radio del cilindro.

h = altura del cilindro.

$$V_{\text{CILINDRO}} = \pi (0.285 \text{ m})^2 0.87 \text{ m}$$

$$V = 0.222 \text{ m}^3$$

3.5. DIMENSIONAMIENTO DE LA BOMBA

3.5.1. ECUACIÓN DE BERNOULLI

$$\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + (H_2 - H_1) + h_f + h_m = H_t$$

3.5.2 CÁLCULO DEL CAUDAL

Se procedió a tomar mediciones en todas las entradas de volúmenes en determinados tiempos, hallamos el caudal total sumando todos los caudales en las diferentes entradas descritos en la tabla 3.5.2-1 y finalmente aplicamos la fórmula $Q = V/t$

Mediante pruebas experimentales se obtuvo los siguientes datos:

TABLA 3.5.2-1 Cálculo del caudal

| # DE MEDICIÓN | VOLUMEN (l) | TIEMPO (s) |
|---------------|--------------|--------------|
| Ducha ramal 1 | 2,40 | 60 |
| Ducha ramal 2 | 2,60 | 60 |
| Ducha ramal 3 | 5,20 | 60 |
| Entrada 1 | 16,13 | 60 |
| Entrada 2 | 11,45 | 60 |
| Entrada 3 | 12,00 | 60 |
| Total | 94,78 | x= 60 |

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{94.78 \text{ L}}{60 \text{ s}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} = 1,58 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

3.5.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DEL FLUIDO

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi (0,127)^2$$

$$A = 0,0001613 \text{ m}^2$$

3.5.4. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{1,58 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,0001613 \text{ m}^2} = 9,78 \text{ m/s}$$

3.5.5. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ACCESORIOS.

TABLA 3.3.5-1.- Accesorios Utilizados

| Accesorios | Cantidad | K |
|----------------------|----------|------|
| Codo de 90° estándar | 9 | 0,9 |
| Crucetas | 2 | 0,04 |
| Te para ramificación | 2 | 1,00 |
| Salida de tanque | 1 | 0,05 |
| Uniones estándar | 4 | 0,04 |
| Reducción de tubería | 2 | 0,04 |

$$H_m = \sum k \frac{v^2}{2g}$$

$$H_m = \left(\frac{9 \times 0,9 \times 5,21^2}{19,6} \right) + \left(\frac{2 \times 0,04 \times 5,21^2}{19,6} \right) + \left(\frac{2 \times 1 \times 5,21^2}{19,6} \right) + \left(\frac{1 \times 0,05 \times 5,21^2}{19,6} \right) + \left(\frac{4 \times 0,04 \times 5,21^2}{19,6} \right) + \left(\frac{2 \times 0,04 \times 5,21^2}{19,6} \right)$$

$$H_m = 11,65$$

3.5.6. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR FRICCIÓN

$$h_f = f \frac{LV^2}{\phi 2g}$$

3.5.6.1. CÁLCULO DEL NÚMERO DE REYNOLDS

$$NRe = \frac{v\rho\phi}{\mu} g$$

$$NRe = \frac{9,78 \times 980 \times 0,0254}{0,659 \times 10^{-6}} = 369413899,3$$

Por lo tanto el régimen de flujo es turbulento

3.5.6.2. CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD RELATIVA

$$RR = \frac{\varepsilon}{\phi} = \frac{0,0001}{0,0254} = 0,0039$$

3.5.6.3. CÁLCULO DEL FACTOR DE FRICCIÓN

Con NRe y la RR calculamos en el diagrama de MOODY

$$f = 0,022$$

Con los datos obtenidos reemplazamos en la ecuación para calcular las pérdidas por fricción

$$h_f = f \frac{LV^2}{\phi 2g} = 0,022 \frac{3,25 \times 9,78^2}{0,0254 \times 19,6} = 13,73 \text{ m}$$

Con los datos obtenidos reemplazamos en la ecuación de Bernoulli.

$$\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + (H_2 - H_1) + h_f + h_m = H_t$$

$$\frac{9,78^2}{2 \times 9,8} + \frac{1 \text{ atm}}{980 \times 9,8} + (0,87 - 0,05) + 13,73 + 11,65 = 31,08 \text{ m}$$

3.5.7. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA.

$$Hp = \frac{WH}{75 \eta}$$

3.5.7.1. CÁLCULO DEL FLUJO MÁSICO.

$$W = \rho \cdot Q$$

$$W = 980 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,58 \times 10^{-3}$$

$$W = 1,54 \text{ kg/s}$$

Si reemplazamos en la ecuación anterior tenemos:

$$Hp = \frac{1,54 \cdot 31,08}{75 \cdot 0,80} = 0,8 \text{ Hp}$$

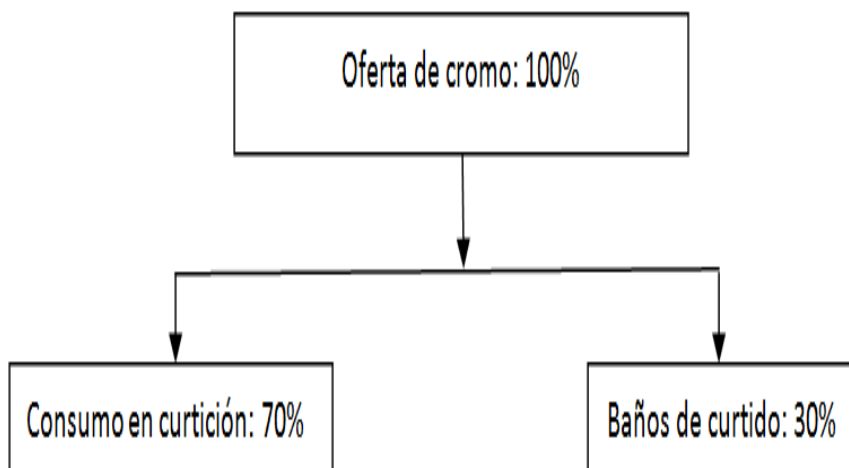
Por disponibilidad en el mercado hemos decidido una bomba de 1 Hp.

3.6. BALANCE DE MASA

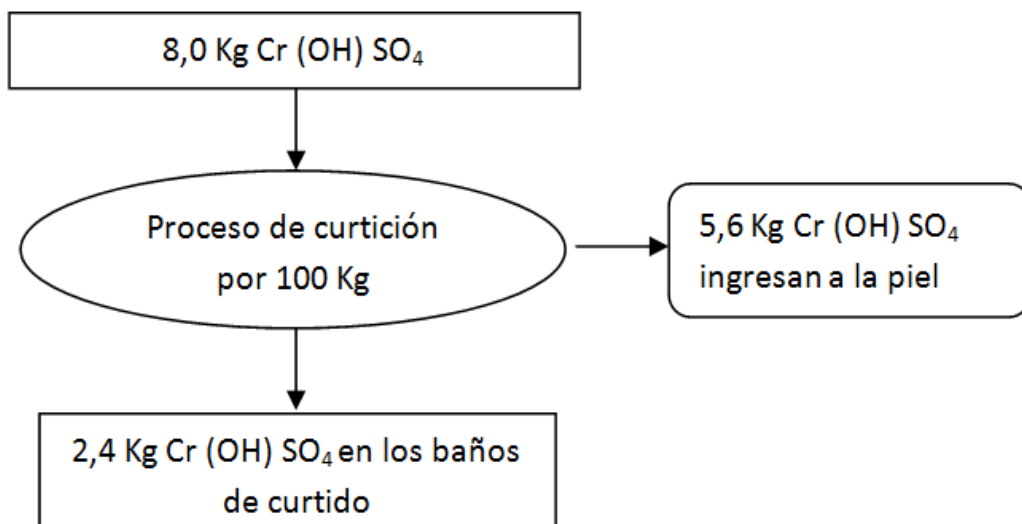
3.6.1. BALANCE DE CROMO EN EL PROCESO DE CURTICIÓN

En el proceso de curtición donde utilizamos sulfato básico de cromo en base al peso de cuero con pelo, en forma general utilizan del 7-9 % de la sal comercial de cromo, para nuestro caso hemos trabajado con una formulación del 8% en peso, esto es si metemos al bombo de curtir 100 kg de cuero con pelo tendremos que formular con 8 kg de la sal de cromo comercial. En el siguiente cuadro tenemos un balance general de cromo tenemos que se utiliza en el proceso:

Figura 3.6.1-1 Balance de masa en el proceso de curtición



En los baños de curtición tenemos:



Fuente: Rubén Orozco, Carlos Chavarrea.

Si en la sal comercial tenemos el 25% Cr_2O_3 , la cantidad de cromo real será:

$$cantidad\ de\ Cr_2O_3 = 5,6\ Kg\ Cr(OH)SO_4 \times \frac{25\% Cr_2O_3}{100\% Cr(OH)SO_4} = 1,4\ Kg$$

3.7 DIMENSIONAMIENTO DEL REACTOR.

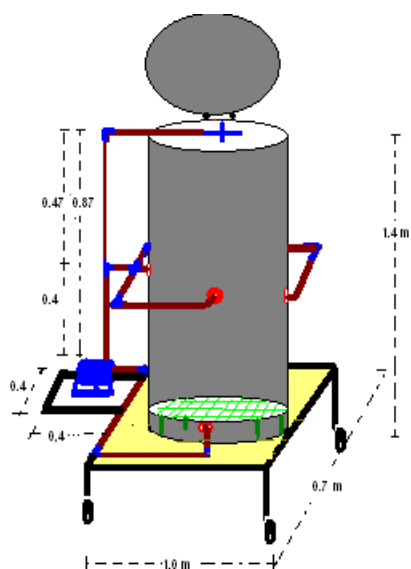


Tabla. 3.7-1. Dimensionamiento del reactor.

| DESCRIPCION | VARIABLE | INDICADOR |
|--------------------|----------|----------------|
| Volumen | 0.222 | m ³ |
| Altura | 0.87 | M |
| Diámetro | 0.57 | M |
| Material | PVC | - |
| Potencia requerida | 1 | Hp |

Fuente: Rubén Orozco, Carlos Chavarrea.

3.8 MANUAL DE OPERACIÓN

3.8.1 ARRANQUE DE PLANTA

Es la secuencia que el operador debe seguir la persona que opera los equipos para hacerlos funcionar evitando el mal funcionamiento de los equipos o en el peor de los casos se dañen los equipos.

En las grandes empresas se detalla en los manuales de operación de la industria.

Los equipos se van arrancando a medida que se lleva a cabo el proceso es decir uno a continuación de otro.

3.8.1.1 ARRANQUE DEL REACTOR

- ♣ Verificar que el reactor esté completamente limpio.
- ♣ Revisar las instalaciones eléctricas es decir que el reactor esté conectado a una fuente de 110 V.
- ♣ Colocamos el filtro con una malla plástica para evitar impurezas en las tuberías.
- ♣ Colocamos los cueros previamente lavados y pesados en el reactor.
- ♣ Dosificamos el agua y los reactivos a utilizar.
- ♣ Esperamos dos o tres minutos hasta que el fluido llegue hasta las tuberías de succión.
- ♣ Encendemos el interruptor de la bomba.
- ♣ Añadir los reactivos en cantidad y tiempo de acuerdo a la formulación del producto.
- ♣ Retirar el producto evitando salpicar fluido a la bomba.
- ♣ Abrir la válvula de descarga y luego retirar el filtro.
- ♣ Lavar el reactor haciendo recircular fluido y detergente removiendo impurezas y sedimentos.

3.9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.9.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LABORATORIO

Las muestras analizadas en el laboratorio de Análisis Técnicos de la Facultad de Ciencias – ESPOCH dieron los siguientes resultados:

Tabla 3.9.1-1 Análisis de Absorción de cromo en el Laboratorio

| # MUESTRA | % [] r1 | % [] r2 | % [] r3 |
|-----------|----------|----------|----------|
| MUESTRA 1 | 3.04 | 3.10 | 3.02 |
| MUESTRA 2 | 3.07 | 3.11 | 2.98 |
| MUESTRA 3 | 2.54 | 2.50 | 2.55 |
| MUESTRA 4 | 2.52 | 2.55 | 2.57 |
| MUESTRA 5 | 3.11 | 3.08 | 3.09 |
| MUESTRA 6 | 3.03 | 3.08 | 3.01 |

Donde:

% [] r1, % [] r2 y % [] r3 porcentaje de absorción de cromo.

Según el método de análisis empleado es un método volumétrico de oxido-reducción del Sistema de Refrendación Ambiental para el sector Curtiembres de Colombia, el requerimiento mínimo para el cuero curtido es de mínimo de un 2.5 % de óxido de cromo lo que demuestra la eficacia del reactor.

3.9.1.1 PRIMER ENSAYO DE CURTICIÓN EN EL REACTOR

El primer ensayo se realizó con 10 pieles de las cuales tomamos las muestras de la parte superior, media e inferior del reactor para verificar la homogeneidad de absorción de cromo en las pieles curtidas.

Tabla 3.9.1.1-1 Análisis de laboratorio del primer ensayo de curtición.

| # MUESTRA | R1 | R2 | R3 | MEDIA |
|-------------------|------|------|------|-------|
| MUESTRA 1 % Cr2O3 | 3,04 | 3,1 | 3,02 | 3,05 |
| MUESTRA 2 %Cr2O3 | 3,07 | 3,11 | 2,98 | 3,05 |
| MUESTRA 3 % Cr2O3 | 2,54 | 2,5 | 2,55 | 2,53 |
| MINIMO % Cr2O3 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |

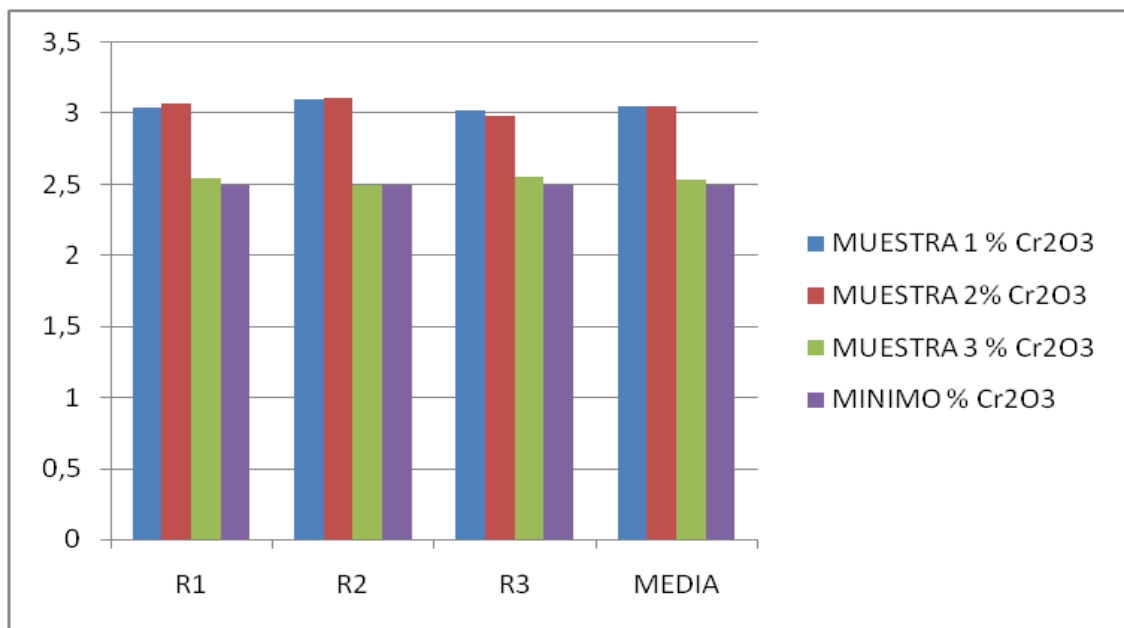


Figura. 3.9.1.1-1 Cuadro comparativo de los resultados respecto al límite en el primer ensayo de curtición

De igual manera que en el primer ensayo de curtición se lo hizo para el segundo ensayo de curtición se utilizaron 10 pieles y se tomó las muestras de la parte superior, media e inferior del reactor para determinar la penetración uniforme de cromo en los cueros curtidos.

Tabla 3.9.1.2-1 Análisis de laboratorio del segundo ensayo de curtición.

| # MUESTRA | R1 | R2 | R3 | MEDIA |
|-------------------|------|------|------|-------|
| MUESTRA 1 % Cr2O3 | 2,52 | 2,55 | 2,57 | 2,55 |
| MUESTRA 2 %Cr2O3 | 3,11 | 3,08 | 3,09 | 3,09 |
| MUESTRA 3 % Cr2O3 | 3,03 | 3,08 | 3,01 | 3,04 |
| MINIMO % Cr2O3 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |

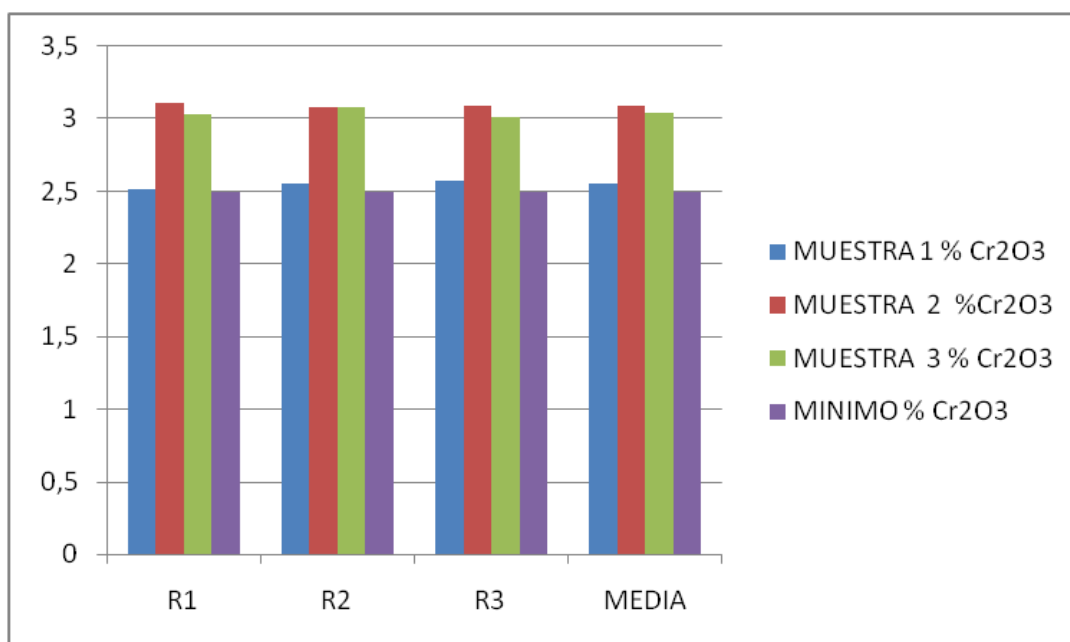


Figura. 3.9.1.2-1 Cuadro comparativo de los resultados respecto al límite en el segundo ensayo de curtición.

3.9.2. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS.

Para los análisis organolépticos se realizó una evaluación a través del impacto de los sentidos que son los que permitieron identificar, que características presentaron cada uno de los cueros de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 3.9.2-1 Evaluación de pruebas organolépticas.

| ASPECTOS | CARACTERISTICAS | CALIFICACIÓN |
|------------------------|---|--------------|
| Finura de fibra | No exista presencia de fieltramientos o rizaduras | 5 MUY BUENA |
| | Apariencia de fieltramientos o rizaduras | 3 a 4 BUENA |
| | Tacto grosero y presencia de fieltramientos | 1 a 2 BAJA |
| Blandura | Piel suave o ablandada | 5 MUY BUENA |
| | Media áspera | 3 a 4 BUENA |
| | Totalmente áspero. | 1 a 2 BAJA |
| Plenitud | No presenta arrugas | 5 MUY BUENA |
| | Apariencia de presencia de arrugas | 3 a 4 BUENA |
| | Presencia de arrugas | 1 a 2 BAJA |

Tabla 3.9.2.1-2 Análisis organoléptico del primer ensayo de curtición.

| # CUERO | finura | blandura | plenitud |
|-----------------|--------|----------|----------|
| CUERO 1 | 4 | 5 | 5 |
| CUERO 2 | 5 | 4 | 5 |
| CUERO 3 | 5 | 4 | 5 |
| CUERO 4 | 5 | 4 | 5 |
| CUERO 5 | 4 | 5 | 4 |
| CUERO 6 | 4 | 5 | 5 |
| CUERO 7 | 5 | 5 | 5 |
| CUERO 8 | 5 | 5 | 5 |
| CUERO 9 | 5 | 5 | 5 |
| CUERO 10 | 5 | 5 | 5 |
| MEDIA | 4,8 | 4,7 | 4,9 |

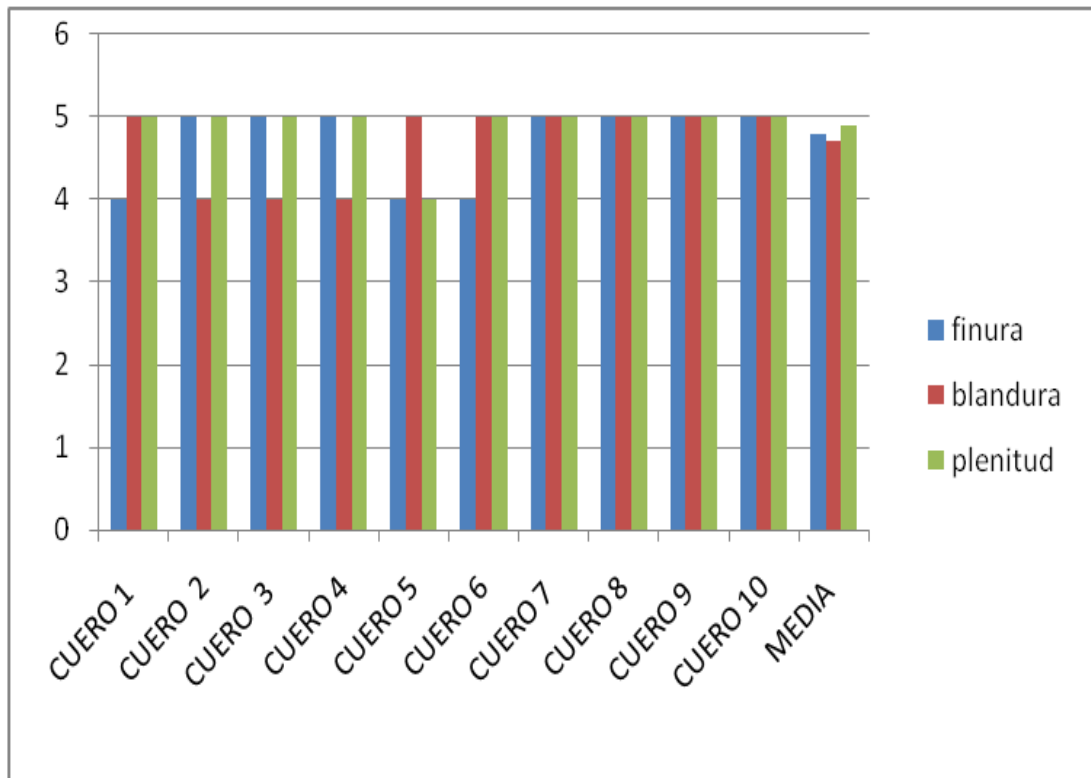


Figura. 3.9.2.1-2 Cuadro comparativo de análisis organoléptico del primer ensayo de curtición.

Tabla 3.9.2.1-3 Análisis organoléptico del segundo ensayo de curtición.

| # CUERO | finura | blandura | plenitud |
|----------|--------|----------|----------|
| CUERO 1 | 4 | 5 | 5 |
| CUERO 2 | 5 | 4 | 5 |
| CUERO 3 | 5 | 4 | 5 |
| CUERO 4 | 4 | 5 | 5 |
| CUERO 5 | 5 | 5 | 4 |
| CUERO 6 | 5 | 5 | 5 |
| CUERO 7 | 5 | 5 | 5 |
| CUERO 8 | 5 | 5 | 5 |
| CUERO 9 | 5 | 5 | 4 |
| CUERO 10 | 5 | 5 | 4 |
| MEDIA | 4,9 | 4,8 | 4,7 |

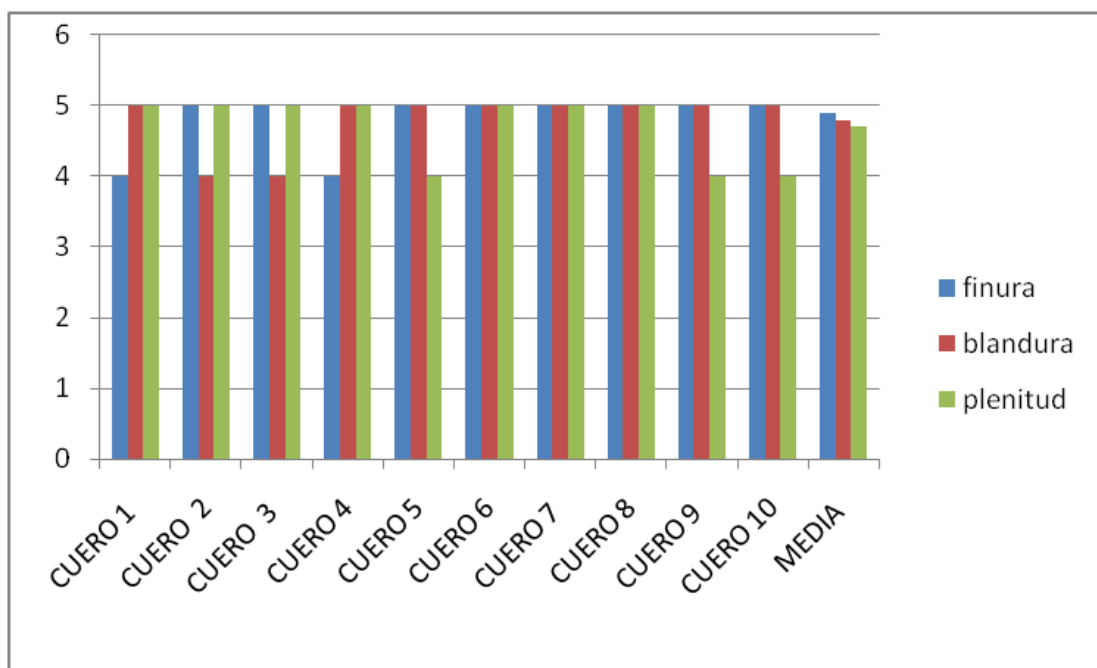


Figura. 3.9.2.1-3 Cuadro comparativo análisis organoléptico del segundo ensayo de curtición.

Las tablas 3.9.2.1-2 y 3.9.2.1-3 demuestran que el producto obtenido en el reactor es de muy buena calidad.

3.9.3 EFICIENCIA DEL REACTOR

Para realizar un curtido de cuero con pelo en forma manual se requiere un promedio de 7 días esto implica gasto de mano de obra de 56 horas laborales; con el reactor diseñado se requiere únicamente 7 horas en las cuales el operador del equipo únicamente va a añadir los reactivos, ya no es necesario el movimiento mecánico del cuero ya que el fluido es el que realiza la agitación en el reactor.

Para determinar la eficiencia del reactor hemos realizado en función de tiempo y costos:

| PROCESOS | REQUERIMIENTOS | TIEMPO | COSTOS(\$) | TOTAL COSTO REALIZADO |
|-------------------|------------------------------|---------------|-------------------|--------------------------------------|
| MANUAL | Mano de obra | 7 Días | 89.09 | 89.09 |
| INDUSTRIAL | Operador de equipo | 7 Horas | 11.13 | 11.97 |
| | Consumo de energía eléctrica | 7 Horas | 0.84 | |

3.10. REQUERIMIENTOS PRESUPUESTARIOS

3.10.1 RECURSOS HUMANOS

Tabla.3.10.1-1 RECURSOS HUMANOS

| DENOMINACIÓN | COSTO (dólares) |
|--------------------------------|----------------------------|
| Construcción del Equipo piloto | 30 |
| Construcción del Equipo | 60 |
| Construcción del Soporte | 20 |
| Instalaciones Eléctricas | 25 |
| TOTAL | 135 |

Fuente: Rubén Orozco, Carlos Chavarrea.

3.10.2 RECURSOS MATERIALES

Tabla. 3.10.2-1 CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

| DENOMINACIÓN | COSTOS (dólares) |
|------------------------|---------------------|
| Soporte | 40 |
| Tanque reciclado | 20 |
| Accesorios Utilizados | 46 |
| Tuberías | 16 |
| Filtro | 25 |
| Material eléctrico | 20 |
| Bomba | 120 |
| Pruebas de laboratorio | 80 |
| Pruebas realizadas | 60 |
| TOTAL | 427 |

Fuente: Rubén Orozco, Carlos Chavarrea.

3.10.3 RECURSOS TOTALES

Tabla. 3.10.3-1 RECURSOS TOTALES

| DENOMINACIÓN | COSTO (dólares) |
|---------------------|--------------------|
| Recursos Humanos | 135 |
| Recursos Materiales | 427 |
| Subtotal | 562 |
| Imprevistos 10% | 56.20 |
| TOTAL | 618.20 |

Fuente: Rubén Orozco, Carlos Chavarrea.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. CONCLUSIONES

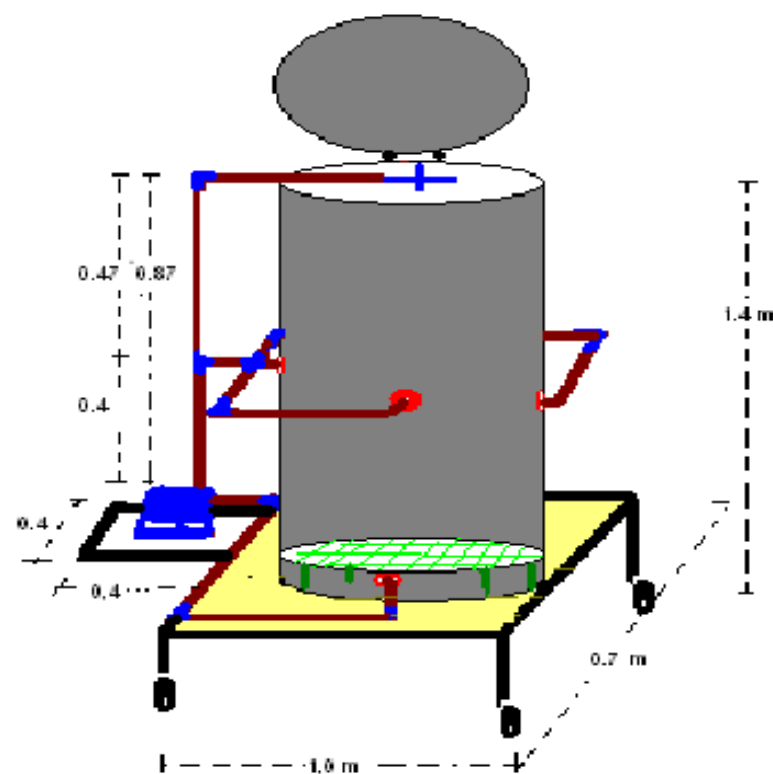
- ♣ Se realizó el Diseño y Construcción de un Reactor batch de tipo molineta para el curtido de cueros con pelo en la empresa El- Alce.
- ♣ Se efectuó el dimensionamiento del Reactor Batch de tipo molineta para el curtido de cueros con pelo el mismo que se basó en un equipo piloto con una capacidad para 3 pieles.
- ♣ Se pudo identificar las variables presentes en el proceso de curtición de cueros con pelo tales como la concentración de cromo inicial en un 8% en peso y el porcentaje de absorción que supera el 2,5 % en producto terminado, la temperatura a utilizar es la temperatura ambiente y con la adición de químicos se eleva ligeramente, la cual nos permitió determinar que mientras mayor sea la temperatura menor tiempo de penetración de cromo por lo que cumple el principio de que la temperatura es directamente proporcional a la velocidad de reacción.
- ♣ Se estableció las especificaciones técnicas para la construcción del Reactor Batch de tipo molineta, por lo que se considero PVC reciclado e acero inoxidable.
- ♣ Se calculó la capacidad del Reactor determinando un volumen de 0.222 m³.
- ♣ Se construyó el Reactor- Molineta con las especificaciones técnicas mencionadas.
- ♣ Se determinó la eficiencia que presenta el Reactor – Molineta en función de costos, tiempo y mano de obra requerida obteniendo un valor ventajoso en el proceso industrial con un costo de \$ 11,97 en 7 horas a relación con el proceso manual que tiene un costo de \$ 89.09 en 7 días.

- ♣ Se realizó las pruebas de calidad en el producto terminado, en las cuales se demuestra la funcionalidad del reactor. Las pruebas de laboratorio superaron el 2,5 % Cr_2O_3 . Por lo tanto el reactor construido cumple los requerimientos económicos y de calidad requeridos en la industria Curtiembre.
- ♣ Las pruebas organolépticas de calidad demuestran que los cueros curtidos en este reactor son de muy buena calidad lo cual verifica la efectividad del proceso realizado en este equipo.

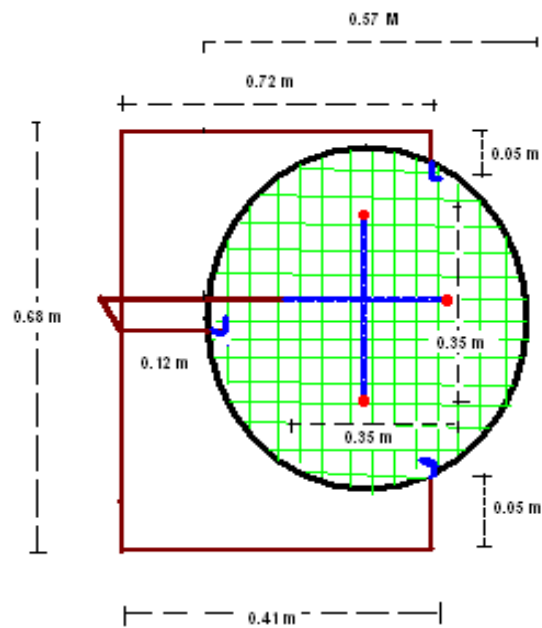
4.2. RECOMENDACIONES

- ♣ Debemos ser cuidadosos al momento de la recepción de la materia prima y evitar manchas de sangre en la lana que disminuyen la calidad del producto.
- ♣ Se recomienda un prelavado de la fibra antes de iniciar el proceso de curtición para evitar manchas en el producto terminado.
- ♣ Se recomienda un buen descarnado para facilitar la penetración de las sustancias curtientes.
- ♣ Mantener el reactor tapado para evitar salpicaduras de reactivos, y evitar el enfriamiento del fluido.
- ♣ Utilizar una malla plástica sobre el filtro para evitar sedimentos en las tuberías.
- ♣ Utilizar todos los EPP necesarios durante el proceso.
- ♣ Lavar correctamente el reactor utilizando detergentes y cepillos de cerda.

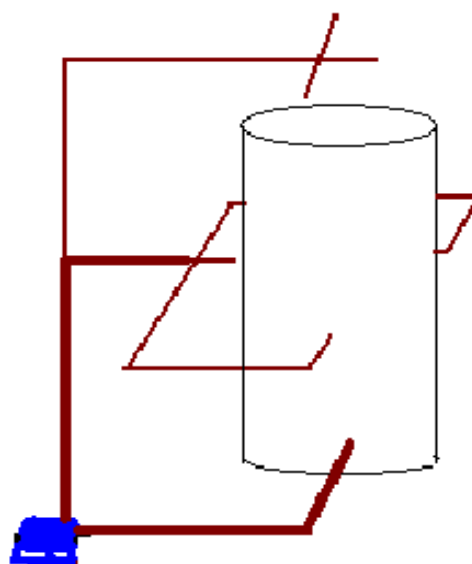
ANEXOS



| NOTAS | Categoría del diagrama: | |
|------------------|---|---|
| DIMENSIONAMIENTO | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Construcción <input checked="" type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Información | DISEÑO Y CONTRUCCION DEL REACTOR - MOLINETA |
| | | Fecha: 2011-10-12 |



| NOTAS | Categoría del diagrama: | DISEÑO Y CONTRUCCION DEL REACTOR - MOLINETA |
|----------------|--|---|
| VISTA SUPERIOR | <div> <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Aprobado </div> <div> <input type="checkbox"/> Construcción <input checked="" type="checkbox"/> Por aprobar </div> <div> <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Información </div> | |
| | | Fecha: 2011-10-12 |



SIMBOLOGIA

- Tubería 1/2 pulg
- Tubería de 1 pulg

| NOTAS | Categoría del diagrama: | DISEÑO Y CONTRUCCION DEL REACTOR - MOLINETA |
|-----------------------------|---|---|
| DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIA | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Construcción <input type="checkbox"/> Preliminar </div> <div> <input type="checkbox"/> Aprobado <input checked="" type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información </div> </div> | |
| | | Fecha: 2011-10-12 |

Cueros EL ALCE

CURTIEMBRE – ARTICULOS DE CUERO

PROCESO:

FECHA: 23 Octubre del 2011

página

PESO: 54 kilos UNIDADES: 10 TIPO DE CUERO: ovino ESPESOR

| PROCESO | % | PRODUCTOS OBSERVACIONES | °C | DURACION | pH |
|---------|-----|---|--------|----------|------|
| Agua | 300 | Agua(H ₂ O) | normal | ----- | ---- |
| Sal | 8 | Sal (NaOH) (4320 g) | ---- | 20 min | --- |
| | 2 | Acido fórmico (HCOOH) 1:10 (308 g) | ----- | 40 min | 4 |
| Cromado | 8 | Cr ₂ O ₃ (1320 g) | ----- | 240 min | 3-8 |
| Engrase | | Grasa sulfitada (1604 g) | ----- | 120 min | |

NOTAS

Categoría del diagrama:

hoja de proceso

☐ Certificado ☐ Aprobado
☐ Construcción ☒ Por aprobar
☐ Preliminar ☐ Información

tercera parada

Fecha: 2011- 09-09

Cueros EL ALCE**CURTIEMBRE – ARTICULOS DE CUERO****PROCESO:****FECHA:** 09 Septiembre del 2011**página****PESO:** 16 kilos **UNIDADES:** 3 **TIPO DE CUERO:** ovino **ESPESOR**

| PROCESO | % | PRODUCTOS OBSERVACIONES | °C | DURACION | pH |
|---------|-----|---|--------|----------|------|
| Agua | 300 | Agua(H ₂ O) | normal | ----- | ---- |
| Sal | 8 | Sal (NaOH) (1280 g) | ---- | 20 min | --- |
| | 2 | Acido fórmico (HCOOH) 1:10 (91.4 g) | ----- | 40 min | 4 |
| Cromado | 8 | Cr ₂ O ₃ (1280 g) | ----- | 240 min | 3-8 |
| Engrase | | Grasa sulfitada (475.4 g) | ----- | 120 min | |

| NOTAS | Categoría del diagrama: | Primera prueba |
|-----------------|---|--------------------|
| hoja de proceso | <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Construcción <input checked="" type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Información | |
| | | Fecha: 2011- 09-09 |

Cueros EL ALCE**CURTIEMBRE – ARTICULOS DE CUERO****PROCESO:****FECHA:** 01 Octubre del 2011**página****PESO:** 52 kilos **UNIDADES:** 10 **TIPO DE CUERO:** ovino **ESPESOR**

| PROCESO | % | PRODUCTOS OBSERVACIONES | °C | DURACION | pH |
|---------|-----|---|--------|----------|------|
| Agua | 300 | Agua(H ₂ O) | normal | ----- | ---- |
| Sal | 8 | Sal (NaOH) (4160 g) | ---- | 20 min | --- |
| | 2 | Acido fórmico (HCOOH) 1:10 (297 g) | ----- | 40 min | 4 |
| Cromado | 8 | Cr ₂ O ₃ (4160 g) | ----- | 240 min | 3-8 |
| Engrase | | Grasa sulfitada (1545 g) | ----- | 120 min | |

NOTAS**Categoría del diagrama:**

hoja de proceso

- | | |
|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Certificado | <input type="checkbox"/> Aprobado |
| <input type="checkbox"/> Construcción | <input checked="" type="checkbox"/> Por aprobar |
| <input type="checkbox"/> Preliminar | <input type="checkbox"/> Información |

segunda parada

Fecha: 2011- 09-09

BIBLIOGRAFIA

- 1. BANDERAS. A.**, Operaciones Unitarias., México D.F – México., Mc Graw Hill., 1997., Pp. 54-61.
- 2. BRITO, H.**, Texto Básico de Operaciones Unitarias I., Riobamba-Ecuador., Xerox., 2000., Pp. 35-39.
- 3. BUXADÉ, C.**, Producción Ovina en Zootecnia Base de Producción Animal., Tomo III., Madrid – España., Mundi Prensa., 1996., Pp. 26,27.
- 4. CALLE, R.**, Producción de Ovinos., 2^a. ed., Lima - Perú., Universidad Nacional Agraria La Molina., 1994., Pp 6-11.
- 5. DUGA, L.**, Actualización en Tecnología de Lanasy Producción Ovina., Buenos Aires – Argentina., Inta., 2000., Pp 9-12.
- 6. FOUST. A.**, Principios de Operaciones Unitarias., 7^a . ed., México D.F - México., Cecsa., 1998., Pp.87
- 7. KASATKIN, J.**, Procesos y Equipos de la Industria Química., Moscú., Mir., 1978., Pp. 95-97

8. MCCABE, W., Operaciones Unitarias en Ingeniería Química., 6^a. ed., México

D.F - México., Mc Graw Hill, 1980., Pp.43.

9. PERY, J., Manual del Ingeniero Químico., 3^a. ed., México D.F – México., Mc

Graw Hill., 1974., Pp.75-78.

10. GANSSER, A., Manual del Curtidor., 4^a. ed., Madrid – España., Gustavo

Gili S.A., 1993., Pp. 56-62.

11. HIDALGO, L., Texto Básico de Curtición de Piel., 1^a. ed., Riobamba -

Ecuador., Espoch., 2004., Pp.10-25.

12. HELMAN, M., Ovinitenia., 3^a. ed., Buenos Aires – Argentina., El Ateneo.,

1995., Pp. 76-80.

13. Vademécum para el Técnico en Curtición, 3^a. ed. Revisada y ampliada

BASF.

14. CURTIEMBRE.

<http://www.wordreference.com/definicion/curtiembre>

2011-11-23

15. PROCESO DE CURTIDO.

http://www.coselsa.com/Curtido_de_Piel_de_Alpaca.pdf

2011-11-23

[http://www.biologia.edu.ar/tesis/forcillo/proceso de curtido.htm](http://www.biologia.edu.ar/tesis/forcillo/proceso_de_curtido.htm)

2011-11-23

16. REACTORES.

<http://www.sc.ehu.es/iawfemaf/archivos/materia/00071.htm>

2011-11-23

[http://www.eseia.cl/archivos/Anexo 4 Planos Nuevos equipos Molinet a Bioreactor.pdf](http://www.eseia.cl/archivos/Anexo_4_Planos_Nuevos_equipos_Molinet_a_Bioreactor.pdf)

2011-11-23